

Virpi Ojala, Paula Tuovinen, Åsa Enberg

# **Ajonopeudet ja välityskyky tietyömaiden kohdilla**

**Mittaukset kahdessa siltatyökohteessa**

**Tiehallinnon selvityksiä 35/2007**



**TIEHALLINTO**  
VÄGFÖRVALTNINGEN

Virpi Ojala, Paula Tuovinen, Åsa Enberg

# **Ajonopeudet ja välityskyky tietyömaiden kohdilla**

**Mittaukset kahdessa siltatyökohteessa**

**Tiehallinnon selvityksiä 35/2007**



*Kannen kuva: Åsa Enberg*

ISSN 1457-9871

ISBN 978-951-803-918-4

TIEH 3201061

Verkkojulkaisu pdf ([www.tiehallinto.fi/julkaisut](http://www.tiehallinto.fi/julkaisut))

ISSN 1459-1553

ISBN 978-951-803-919-1

TIEH 3201061-v

Edita Prima Oy

Helsinki 2007



**Tiehallinto**

Asiantuntijapalvelut

Opastinsilta 12 A

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelinvaihde 0204 22 11

Virpi Ojala, Paula Tuovinen, Åsa Enberg: Ajonopeudet ja välityskyky tietyömaiden kohdilla, Mittaukset kahdessa siltatyökohteessa. Helsinki 2007. Tiehallinto, Asiantuntijapalvelut. Tiehallinnon selvityksiä 35/2007. 70 s. + liitt. 15 s. ISSN 1457-9871, ISBN 978-951-803-918-4, TIEH 3201061.

**Asiasanat :** sillat; tietyömaat; ajoneuvot; nopeus; nopeusrajoitukset; liikenneneruuhkat; kapasiteetti

**Aiheluokka:** 4; 82

## TIIVISTELMÄ

Tässä työssä on kenttämittausten avulla pyritty selvittämään kahden eri sillankorjaustyömaan vaikutuksia tien välityskykyyn ja ajoneuvojen nopeuksiin. Tutkitut sillankorjaustyömaat sijaitsivat Nurmijärvellä maantiellä 132 lähellä Klaukkalaa ja Espoossa Kehä III:lla lähellä Kauklahtea. Kummassakin kohteessa mitattiin liikennemääriä ja ajoneuvojen pistenopeuksia työmaan kohdalla. Lisäksi koko työmaa-alueen nopeusprofiilin selvittämiseksi tehtiin nopeusmittauksia analysaattoriautolla virran mukana ajaen. Molemmissa kohteissa tehtiin useita mittauksia työmaan aikana sekä aamu- että iltaruuhkassa, Nurmijärvellä mittaukset toistettiin myös töiden valmistuttua.

Nurmijärvellä siltatyömaan aikana ruuhkasuunnan maksimiliikennemäärä oli mittauspäivästä riippuen aamuruuhkassa 1 300–1 376 hay/h ja iltaruuhkassa 1 168–1 320 hay/h. Työmaan valmistumisen jälkeen maksimiliikennemäärä oli aamuruuhkassa 1 540–1 656 hay/h ja iltaruuhkassa 1 296–1 472 hay/h. Espoossa puolestaan siltatyömaan aikana maksimiliikennemäärä oli aamuruuhkassa 1 208–1 296 hay/h ja iltaruuhkassa 1 296–1 376 hay/h.

Siltatyömaan aikana nopeusrajoitus oli molemmissa kohteissa 30 km/h. Pistenopeusmittauksissa siltatyömaan aikana havaitut keskinopeudet (kaikki ajoneuvot yhteensä) olivat Nurmijärvellä aamuruuhkassa 22–27 km/h ja iltaruuhkassa 25–28 km/h. Espoossa keskinopeudet olivat puolestaan aamuruuhkassa 31–36 km/h ja iltaruuhkassa 31–37 km/h. Espoossa ajettiin siis keskimäärin suuremmilla nopeuksilla kuin Nurmijärvellä ja myös nopeusrajoitus ylitettiin selvästi useammin. Nurmijärvellä siltatyömaan valmistuttua (nopeusrajoitus 60 km/h) keskinopeudet (kaikki ajoneuvot yhteensä) olivat aamulla ruuhkasuunnassa 58–65 km/h ja illalla 57–63 km/h.

Analysaattoriautolla tehtyjen mittausajojen aikana siltatyömaasta aiheutuva jono oli Nurmijärvellä ruuhkasuunnassa ajoittain noin kilometrin mittainen. Espoon siltatyömaalla ei havaittu yhtä pitkiä jonoja. Nurmijärvellä työmaan valmistumisen jälkeen tehtyjen mittausajojen aikana tutkimuskohde ei ruuhkautunut.

Jos hitaassa jonossa ajamista ei oteta huomioon, molemmissa kohteissa nopeudet olivat työmaan aikana alhaisimmat oman ajosuunnan sulkuaidan kohdalla. Nurmijärvellä keskinopeus oli sulkuaidan kohdalla ruuhkasuuntaan aamulla 17 km/h ja illalla 21 km/h. Espoossa puolestaan keskinopeus oli sulkuaidan kohdalla ruuhkasuuntaan aamulla 26 km/h ja illalla 29 km/h. Molemmissa tutkimuskohteissa nopeudet nousivat heti oman ajosuunnan sulkuaidan jälkeen, vaikka 30 km/h-nopeusrajoitus oli vielä voimassa.

Nopeuserot kohteiden välillä johtunevat pääasiassa siltatyömaiden ja niiden liikennejärjestelyjen erilaisuudesta. Eroa nopeustasossa voi osaltaan selittää myös se, että tutkitut kohteet ovat liikenteen luonteen osalta erilaisia.

Molemmat siltatyömaat muodostivat selvästi paikallisen pullonkaulan, jossa välityskyky oli alhaisempi kuin sillalla normaaliolosuhteissa. Täyttä varmuutta työmaiden aiheuttamien pullonkaulojen välityskyvyistä ei kuitenkaan voida näiden tulosten perusteella saada. Karkeasti voidaan kuitenkin arvioida, että vastaavanlaisilla sillankorjaustyömailla välityskyky on 1 300–1 400 hay/h.



Virpi Ojala, Paula Tuovinen, Åsa Enberg: Ajonopeudet ja välityskyky tietyömaiden kohdilla, Mittaukset kahdessa siltatyökohteessa [Körhastigheter och kapacitet vid arbetsplatser, mätningar vid två broreparationsplatser]. Helsingfors 2007. Vägförvaltningens utredningar 35/2007. 70 s. + bilagor 15 s. ISSN 1457-9871, ISBN 978-951-803-918-4, TIEH 3201061.

## SAMMANFATTNING

I detta arbete har man med hjälp av fältmätningar försökt utreda vilken inverkan två olika broreparationsarbetsplatser har på vägens kapacitet och fordonens hastigheter. De undersökta arbetsplatserna fanns på landsväg 132 i Klövskog i Nurmijärvi och på Ring III nära Köklax i Esbo. På båda platserna mätte man trafikmängderna och fordonens punkthastigheter vid arbetsplatsen. För att få veta hela arbetsplatsområdets hastighetsprofil gjorde man också hastighetsmätningar genom att med köranalysator köra med i trafikflödet. På båda platserna gjordes flera mätningar både i morgon- och eftermiddagsrusningstrafik och i Nurmijärvi upprepades mätningarna också efter det att reparationsarbetet var färdigt.

I Nurmijärvi varierade maximitrafikflödet i rusningsriktningen under broreparationsarbetets gång beroende på mättag mellan 1 300 och 1 376 pbe/h på morgonen och mellan 1 168 och 1 320 pbe/h på kvällen. Efter det att reparationsarbetet var färdigt var det uppmätta maximitrafikflödet 1 540–1 656 pbe/h på morgonen och 1 296–1 472 pbe/h på kvällen. I Esbo var trafikflödena under broreparationsarbetets gång 1 208–1 296 pbe/h i morgonrusningen och 1 296–1 376 pbe/h i kvällsrusningen.

Under broreparationsarbetets gång var hastighetsbegränsningen på båda platserna 30 km/h. I Nurmijärvi var de observerade genomsnittliga punkthastigheterna för alla fordon 22–27 km/h i morgon- och 25–28 km/h i kvällsrusningen. I Esbo var motsvarande medelhastigheter 31–36 km/h och 31–37 km/h. I Esbo på Ring III körde man alltså med i genomsnitt högre hastigheter än i Nurmijärvi och hastighetsgränsen överskreds också klart oftare. Efter det att reparationsarbetet i Nurmijärvi var avslutat (hastighetsgräns 60 km/h) var de genomsnittliga hastigheterna för alla fordon i rusningsriktningen 58–65 km/h på morgonen och 57–63 km/h på kvällen.

Under de mätningar som gjordes med köranalysator i instrumenterad bil var den kö som förorsakades av broreparationsarbetsplatsen i rusningskörriktningen tidvis cirka en kilometer lång i Nurmijärvi. Vid broreparationsplatsen i Esbo observerades inte lika långa köer. Efter det att reparationsarbetet var avslutat i Nurmijärvi stockade sig trafiken inte under mätningarna.

Om man inte beaktar körning i långsam kö, observerades de lägsta hastigheterna på båda platserna vid avstängningsskärmen i den egna körriktningen. I Nurmijärvi var medelhastigheten vid skärmen i rusningsriktningen 17 km/h på morgonen och 21 km/h på kvällen. I Esbo var motsvarande medelhastigheter 26 km/h och 29 km/h. I båda fallen steg hastigheterna genast efter skärmen, även om hastighetsgränsen 30 km/h fortfarande gällde.

Hastighetsskillnaderna torde i huvudsak bero på skillnaderna mellan broreparationsarbetsplatserna och deras olika trafikanordningar. Skillnaden i hastighetsnivå kan också till en del förklaras av att trafikens natur är olika.

Båda broreparationsplatserna utgjorde klart en lokal flaskhals, där kapaciteten var lägre än på bron i normala förhållanden. Utgående från de nu uppmätta resultaten kan man ändå inte helt klart avgöra hur stor kapaciteten för flaskhalsarna förorsakade av broarbetsplatserna är. Grovt kan man dock uppskatta, att på liknande broreparationsarbetsplatser är kapaciteten 1 300–1 400 pbe/h.

## SUMMARY

In this research work the effects of two different bridge repair roadworks on driving speeds and road capacity have been investigated. The results are based on field measurements. At both sites (in Nurmijärvi and in Espoo) traffic volumes and point speeds of the vehicles were measured. In addition, the moving observation car method was used to get information about the speed level through the whole work zone. At both sites measurements were done both in morning and evening rush hour traffic and at the other site measurements were done also after the bridge repair was ready.

In Nurmijärvi during the roadworks the maximum flow rates in the main direction varied between 1,300 and 1,376 pcu/h in the morning and between 1,168 and 1,320 pcu/h in the evening. In the situation when the bridge repair was ready the observed maximum flow rates were 1,540–1,656 pcu/h in the morning and 1,296–1,472 pcu/h in the evening. In Espoo the flow rates during the roadworks were 1,208–1,296 pcu/h in the morning and 1,296–1 376 pcu/h in the evening.

During the bridge repair roadworks the speed limit at both sites was 30 km/h. In Nurmijärvi the observed average point speeds were 22–27 km/h in the morning and 25–28 km/h in the evening rush hour traffic. In Espoo the corresponding speeds were 31–36 km/h and 31–37 km/h. Thus, in Espoo the driving speeds were higher than in Nurmijärvi and speeding was also much more common than in Nurmijärvi. In the situation when the bridge repair was ready (speed limit 60 km/h) the average speeds in the main direction were 58–65 km/h in the morning and 57–63 km/h in the evening.

During the measurements with the instrumented car in Nurmijärvi the queue caused by the bridge repair roadworks was sometimes about one kilometre long in the main direction. In Espoo the queues were shorter. In the situation when the bridge repair was ready there were no traffic jams during the measurements.

If driving in slow platoons is not considered, the lowest speeds at both sites were observed at the road barrier in the driving direction. In Nurmijärvi the mean speed at the barrier during the rush hour was 17 km/h in the morning and 21 km/h in the evening. In Espoo the corresponding mean speeds were 26 km/h and 29 km/h. In both cases the speeds increased immediately after the barrier even if the speed limit still was 30 km/h.

The speed differences between the two sites are probably mainly due to differences in the bridge repair roadworks sites and their different traffic arrangements. The difference in the speed level can also partly be explained by the different nature of traffic in the both sites.

Both the bridge repair sites formed a clear local bottleneck, where the capacity was lower than on the bridge under normal circumstances. However, according to the results it is not possible to clearly state the capacity of the bottlenecks caused by the bridge repair roadworks. It is, however, possible to estimate, that the capacity at similar bridge repair roadwork sites is 1,300–1,400 pcu/h.



## ESIPUHE

Tässä työssä on kenttämittausten avulla pyritty selvittämään kahden eri sil-lankorjaustyömaan vaikutuksia tien välityskykyyn ja ajoneuvojen nopeuksiin.

Selvitys on laadittu Teknillisen korkeakoulun liikennelaboratoriossa Tiehal-linnon toimeksiannosta. Tilaaajan yhteyshenkilönä toimi Pauli Velhonoja. TKK:lla projektista kokonaisuutena vastasi laboratorioinsinööri Åsa Enberg. Kenttämittauksista vastasi laboratoriotyötekniikko Kari Hintikka. Mittauksiin osallistui myös laboratorion muuta henkilökuntaa. Tutkamittausten ja liikennelaskentojen mittausaineistot purki ja käsitteli tekn.yo Jukka Turtiainen ja muistion kirjoitti dipl.ins. Virpi Ojala. Ajoanalysaattoriautolla kerättyjen mitta-usaineistojen analysoinnista ja tulosten raportoinnista vastasi dipl.ins. Paula Tuovinen.

Helsingissä kesäkuussa 2007

Tiehallinto  
Asiantuntijapalvelut

**Sisältö**

1	JOHDANTO	11
2	TUTKIMUSMENETELMÄT	12
3	TUTKIMUSKOhteET JA TUTKIMUSPÄIVÄT	13
3.1	Nurmijärven siltatyömaa	13
3.2	Espoon siltatyömaa	24
4	TULOKSET	31
4.1	Liikennemäärät ja välityskyky siltatyömaalla	31
4.1.1	Mittaustulosten käsittely	31
4.1.2	Nurmijärven siltatyömaa	31
4.1.3	Espoon siltatyömaa	35
4.2	Pistenopeudet siltatyömaalla	36
4.2.1	Mittaustulosten käsittely	36
4.2.2	Nurmijärven siltatyömaa	38
4.2.3	Espoon siltatyömaa	43
4.3	Analysaattoriautomittaukset siltatyömaalla	46
4.3.1	Nurmijärven mittausajojen käsittely	46
4.3.2	Nurmijärven mittausajojen tulokset	47
4.3.3	Espoon mittausajojen käsittely	58
4.3.4	Espoon mittausajojen tulokset	58
5	YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT	65
6	LÄHTEET	69
7	LIITTEET	70





## 1 JOHDANTO

Tietyömaa vaikuttaa sen läpikulkevaan liikenteeseen ja aiheuttaa häiriötä liikennevirtaan. Normaalia alhaisempi nopeusrajoitus, ajoradan heikompi kunto (päällystepuutteet, kapeampi ajorata), työmaan väliaikaiset liikennejärjestelyt (sukulaitteet, muu ohjaus) ja itse työstä aiheutuvat häiriöt (koneet ja työntekijät tiellä) yleensä alentavat tien normaalia välityskykyä ja aiheuttavat liikenteelle viivytyksiä. Tietyömaat voivat myös lisätä ajoneuvokustannuksia ja aiheuttaa turvallisuusriskejä.

Työmaan kohdalla liikenteen nopeudet ovat yleensä alhaisempia kuin normaalitilanteessa. Useimmiten virta ei myöskään ole tasainen vaan liikenteen nopeus vaihtelee, mikä näkyy jatkuvana jarrutus- ja kiihdytystarpeena. Liikenne saattaa myös ruuhkautua, kun välityskyky on alentunut ja sille kuitenkin pyrkii normaali määrä liikennettä.

Työmaiden liikenteelle aiheuttamien häiriöiden arvioiminen on vaikeaa, koska jokainen työmaa on erilainen ja vaikuttavia tekijöitä on paljon. Tietyömaan aiheuttamia haittoja on tutkittu Suomessa jonkin verran sekä yksittäisten kohteiden kenttämittauksilla että simuloinneilla. Yleisessä käytössä ei kuitenkaan ole menetelmää työmaiden haittojen arvioimiseksi. Myös ulkomailla on tehty selvityksiä, joissa on tarkasteltu tietyömaan vaikutusta välityskykyyn. Muutamissa maissa, esim. Yhdysvalloissa, on tutkimusten perusteella myös kehitetty menetelmiä ja tietokoneohjelmia tietyönaikaisen välityskyvyn laskentaan. (Tielaitos 2000.)

Tässä työssä on kenttämittausten avulla pyritty selvittämään kahden eri sillankorjaustyömaan vaikutuksia tien välityskykyyn ja ajoneuvojen nopeuksiin. Kummassakin kohteessa tehtiin kolmenlaisia mittauksia:

- liikennelaskentoja liikennettä videoimalla,
- pistenopeusmittauksia lasertutkalla ja
- nopeusmittauksia analysointiautolla virran mukana ajaen.

Tutkimuksen kohteena olivat sillankorjaustyömaat Nurmijärvellä ja Espoossa syksyllä 2006. Molemmissa kohteissa mittauksia tehtiin työmaan aikana, Nurmijärvellä mittauksia tehtiin myös töiden valmistuttua.

## 2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Kummassakin tutkimuskohteessa tutkimusmenetelmät olivat samanlaiset.

*Liikennelaskentojen* avulla pyrittiin saamaan selville, miten liikennemäärät vaihtelivat siltatyömaakohteissa aamu- ja iltaruuhkan aikana ja mikä oli siltatyömaiden välityskyky. Liikennemäärien selvittämiseksi siltatyömaan liikennettä videoitiin. Kerätystä videoaineistosta laskettiin työmaan läpi menneet ajoneuvomäärät 15 minuutin aikajaksoissa (sekä ruuhkasuuntaan että sitä vastaan). Pelkkiä liikennelaskentoja pyrittiin tekemään kahtena päivänä aamu- ja iltaruuhkassa siltatyömaan aikana. Nurmijärvellä liikennettä pyrittiin laskemaan vastaavina ajankohtina myös korjaustyön jälkeen.

Liikennevirran nopeusjakauman selvittämiseksi *ajoneuvojen pistenopeudet* mitattiin sillan kohdalla lasertutkalla (Kustom Signals, Inc.: ProLaser II) 15 minuutin aikajaksoissa. Ruuhkasuunnan liikennevirrasta poimittiin tutkaukseen niin paljon ajoneuvoja kuin mahdollista. Kun ajoneuvot ajavat hyvin lähellä toisiaan, niistä kaikista ei pystytä saamaan tutkahavaintoa. Tutkamittauksen aikaisten kokonaisliikennemäärien selvittämiseksi liikennettä myös videoitiin samanaikaisesti. Liikennemäärät laskettiin samoista 15 minuutin aikajaksoista, kuin mistä nopeusmittaus suoritettiin. Nopeusmittauksen aikaiset liikennelaskennat hyödynnettiin myös välityskykytarkasteluissa. Tutkamittauksia tehtiin yhtenä päivänä aamuruuhkassa ja yhtenä päivänä iltaruuhkassa siltatyömaan aikana. Nurmijärvellä myös nopeusmittaukset toistettiin korjaustyön jälkeen.

Koko työmaa-alueen nopeustason ja nopeusprofiilin selvittämiseksi tehtiin myös *nopeusmittauksia analysaattoriautolla* virran mukana ajaen. Autolla ajettiin edestakaisin siltatyömaan läpi virran mukana, mikäli mahdollista vakioetäisyydellä ja samalla nopeudella kuin edellä ajava. Auton ajoanalysointori tallentaa matkan yhden sekunnin välein, jonka perusteella nopeus voidaan laskea. Lisäksi muistiin voidaan tallentaa kiintopisteitä ja muita mahdollisia tapahtumia ajon aikana. Ajoanalysointorimittauksia tehtiin yhtenä päivänä aamuruuhkassa ja yhtenä päivänä iltaruuhkassa siltatyömaan aikana. Nurmijärvellä analysointoritutkimus toistettiin myös korjaustyön jälkeen.

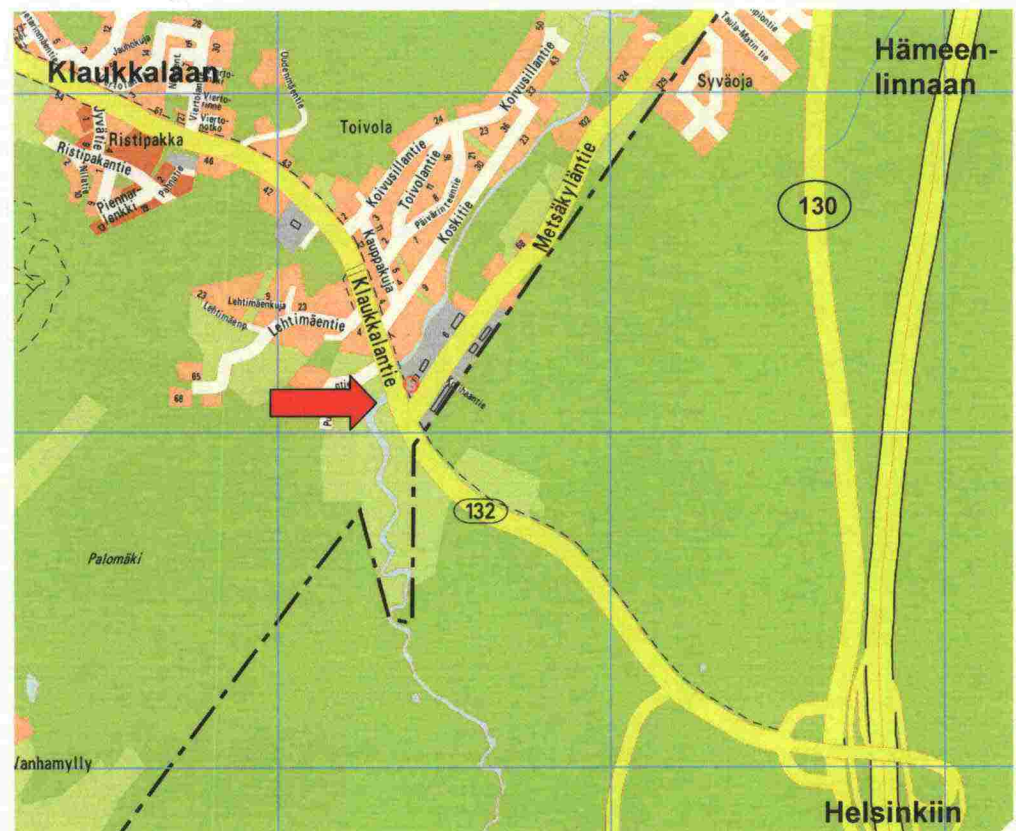


### 3 TUTKIMUSKOHEET JA TUTKIMUSPÄIVÄT

#### 3.1 Nurmijärven siltatyömaa

Nurmijärven sillankorjaustyömaakohde sijaitsi Toivolassa maantiellä numero 132 aivan Vantaan ja Nurmijärven rajalla lähellä Metsäkyläntien liittymää (kuva 1). Maantie 132 toimii sisäänajoväylänä Klaukkalan taajamaan valtatieltä 3 (Helsinki–Hämeenlinna moottoritie), joten liikenteessä on havaittavissa selvät ruuhkasuunnat. Aamuisin liikennettä on enemmän moottoritielle päin ja vastaavasti iltaisin Klaukkalaan päin. Tierekisterin mukaan tien KVL on noin 15 000 ajon/vrk (vuonna 2006).

Tienkohdan normaali nopeusrajoitus on 60 km/h. Sillankorjaustyön aikana nopeusrajoitus alennettiin ensin 50 km/h:iin ja sillalla 30 km/h:iin. Tierekisterin mukaan tien poikkileikkaus on 9,5/7. Työmaan valmistumisen jälkeen tehtyjen mittausten mukaan päällysteen leveys on sillalla noin 10,5 m ja ajokaisojen leveydet noin 3,60 m.



Kuva 1. Siltatyömaan paikka Nurmijärvellä (Kartan lähde: Nurmijärven opaskartta).

Ajoanalysaattorimittauksissa ajettiin liikennevirran mukana Klaukkalantietä edestakaisin. Klaukkalan päässä kääntopaikkana oli Klaukkalantien ja Jyvä-tien liittymä, joka näkyy kuvassa 1 ylävasemmalla. Kääntopaikka oli noin 1 km:n etäisyydellä siltatyömaan alkukohdasta, jossa oli 50 km/h-nopeusrajoitusmerkki ja työmaasta varoitettava liikennemerkki. Kääntopaikan kohdalla on 50 km/h-nopeusrajoitus, joka vaihtuu Helsingin suuntaan ajettaessa 60 km/h-rajoitukseen noin 650 m ennen tienkohtaa, josta työmaa alkoi. Helsingin

gin suunnan päässä kääntöpaikkana oli Klaukkalantien ja Hämeenlinnantien (mt 130) liittymä, joka näkyy *kuvassa 1* alaoikealla. Kääntöpaikalta oli noin 1,5 km työmaan alkukohtaan. Nopeusrajoitus oli koko matkalla 60 km/h.

Kenttämittausten tarkat ajankohdat käyvät ilmi *taulukoista 1 ja 2*. Koska siltatyömaa valmistui hieman etuajassa, yksi suunniteltu liikennemäärän iltaruuhkamittaus työmaan aikana jäi tekemättä. Suunniteltujen ruuhka-ajan nopeusmittausten lisäksi tehtiin myös yksi ylimääräinen mittaus päiväliikenteen aikana siltatyömaan juuri valmistuttua.

*Taulukko 1. Liikennelaskentojen ajankohdat ja tietyömaan tilanteen kuvaus Nurmijärven siltatyömaalla. Ajankohtina, jotka on tummennettu, tehtiin videointien lisäksi myös nopeusmittauksia lasertutkalla ruuhkasuuntaan.*

Pvm	Kellonaika	Ruuhkasuunta	Tilanteen kuvaus
8.9.2006	6.45–8.45	Helsinkiin	kaistaleveys 3,30–3,40 m, kaivinkone seisomassa puomin takana sillan keski-alueella
8.9.2006	15.00–18.00	Klaukkalaan	–”–
13.9.2006	6.45–9.15	Helsinkiin	sama tilanne kuin 8.9., ei kaivinkonetta
13.9.2006	15.00–17.30	Klaukkalaan	–”–
14.9.2006	7.00–9.30	Helsinkiin	alussa sama tilanne kuin edellisenä iltana, mittauksen aikana sillan keski-alue asfaltoitiin
15.9.2006	12.45–14.00	-	silta asfaltoitu, kaikki sulkulaitteet poistettu, ei ajoratamaalauksia, mutta keskiviiva merkattu, 30 km/h nopeusrajoitus edelleen voimassa
18.10.2006	15.30–18.00	Klaukkalaan	työmaa valmis
19.10.2006	6.45–9.00	Helsinkiin	–”–
26.10.2006	15.00–17.30	Klaukkalaan	–”–
30.10.2006	6.30–8.45	Helsinkiin	–”–
21.11.2006	6.30–9.15	Helsinkiin	–”–
21.11.2006	14.45–16.45	Klaukkalaan	–”–
28.11.2006	14.30–17.30	Klaukkalaan	–”–

*Taulukko 2. Ajoanalysointimittausten ajankohdat Nurmijärven siltatyömaalla.*

Pvm	Mittausajojen lähtöajat
13.9.2006	15.24–17.57
14.9.2006	6.39–9.23
18.10.2006	14.59–17.51
19.10.2006	6.40–9.12

Suurimmassa osassa kenttämittauksia sää oli hyvä. Liikennemäärän iltaruuhkamittauksen aluksi 8.9.2006 tihkutti vähän vettä, mutta sade loppui nopeasti. Myös 26.10.2006 iltaruuhkamittauksen aikana tihkutti hieman vettä, minkä ei kuitenkaan pitäisi olla vaikuttanut tuloksiin. Varmuuden vuoksi tehtiin kuitenkin yksi ylimääräinen iltamittaus. Liikennemäärän aamuruuhkamittaus keskeytettiin 30.10.2006 noin kello 8.40 lumisateen takia.

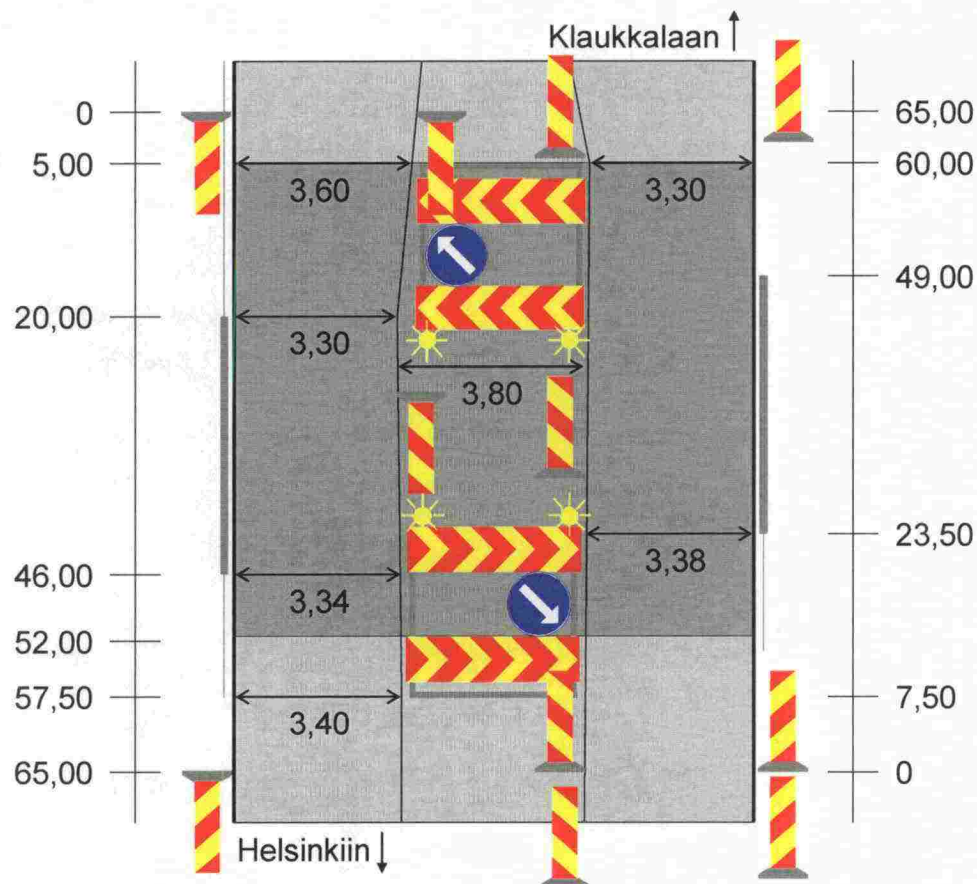


Siltatyömaa-alueen liikennejärjestelyt ja mitat tehtyjen kenttämittausten aikana olivat pääpiirteiltään *kuvien 2 ja 3* mukaiset. Kokonaisuudessaan työ valmistui syyskuun 2006 loppuun mennessä. Tien mitat korjaustyön jälkeen on esitetty *kuvassa 4*. Työmaan työt luonnollisesti etenivät mittausten aikana, ja eri päivinä työmaalla oli vaihtelevasti erilaisia työmaa-ajoneuvoja, muita työvälineitä ja työntekijöitä. *Taulukossa 1* on esitetty kunkin mittausajan kohdan osalta työmaan tarkempi kuvaus. Työmaan tilanteesta eri mittauspäivinä kertovat myös *kuvat 5–14*.

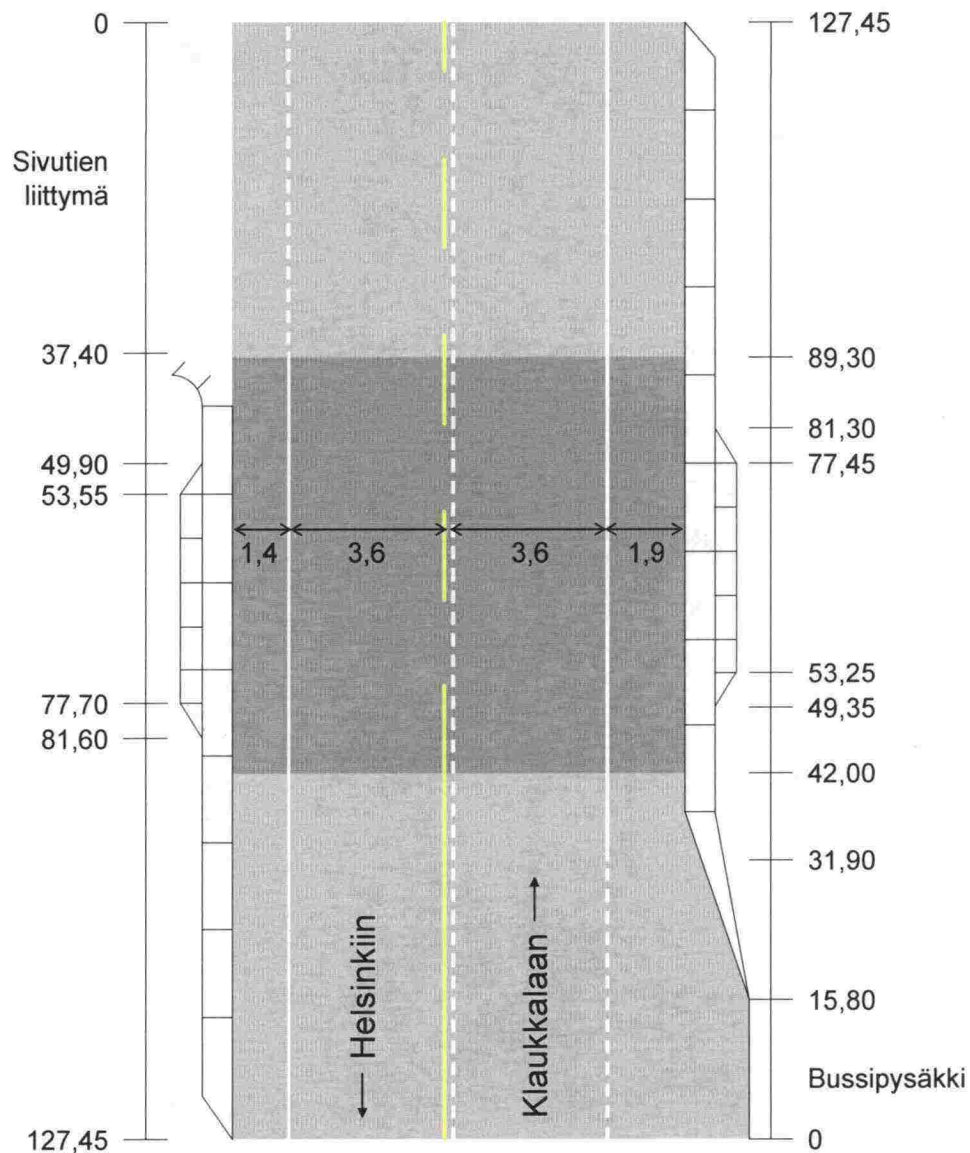
Työmaan aikana sillalla oli voimassa ohituskielto (*kuva 2*). Sillan kohdalla sulkuaidoin rajatulla alueella ajosuuntien välillä oli noin 3,8 m leveä keski-kaista, jolla ajoittain tehtiin töitä (*kuva 3*). Varsinaisten ajokaistojen leveys oli 3,3–3,4 m. Työmaan aikana ajoradan päällystettä oli jyrskitty siten, että sillalle tultaessa oli havaittavissa selvä kynnys molemmissa ajosuunnissa. Sillan päällystystyöt alkoivat 14.9.2006 aamuruuhkamittauksen aikana (tutkaus sekä analysaattoriautomittaus), jolloin sillan keskialue asfaltoitiin. 15.9.2006 tehdyissä mittauksissa, silta oli jo kokonaan päällystetty, mutta ajoratamaa-laukset puuttuivat ja nopeusrajoitus oli edelleen 30 km/h.



Kuva 2. Nurmijärven siltatyömaan liikennejärjestelyt 12.9.2006.



Kuva 3. Nurmijärven siltatyömaa-alueen mitat 12.9.2006. Tummanharmaa alue osoittaa sen osan ajoradasta, jolla asfalttia oli jyrstetty ja jonka reunoilla työmaan aikana oli selvät kynnykset.



Kuva 4.

Nurmijärven tietyömaan liikennejärjestelyt 19.10.2006 töiden valmistuttua. Uudelleen asfaltoitu alue on kuvattu tummanharmaalla.





Kuva 5. Nurmijärven siltatyömaa 8.9.2006, kuvan suunta Klaukkalaan.



Kuva 6. Nurmijärven siltatyömaa 13.9.2006, kuvan suunta Helsinkiin.



Kuva 7. Nurmijärven siltatyömaa 14.9.2006, kuvan suunta Helsinkiin.



Kuva 8. Nurmijärven siltatyömaa 15.9.2006, kuvan suunta Klaukkalaan.





Kuva 9. Nurmijärven siltatyömaa 18.10.2006, kuvan suunta Klaukkalaan.



Kuva 10. Nurmijärven siltatyömaa 19.10.2006, kuvan suunta Helsinkiin.





Kuva 11. Nurmijärven siltatyömaa 26.10.2006, kuvan suunta Helsinkiin.



Kuva 12. Nurmijärven siltatyömaa 30.10.2006, kuvan suunta Helsinkiin.



Kuva 13. Nurmijärven siltatyömaa 21.11.2006, kuvan suunta Helsinkiin.

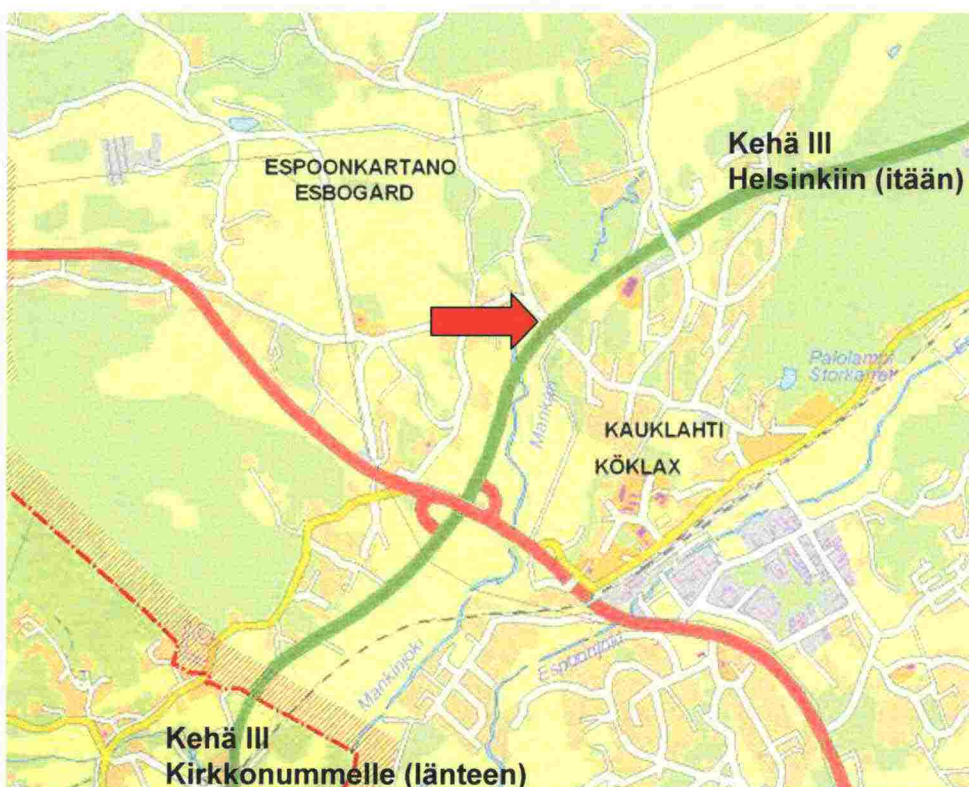


Kuva 14. Nurmijärven siltatyömaa 28.11.2006, kuvan suunta Helsinkiin.



### 3.2 Espoon siltatyömaa

Espoon sillankorjaustyömaakohde sijaitsi lähellä Kauklahtea Kehä III:lla (kt 50) kohdassa, jossa Kuninkaankartanontie alittaa kehätien (*kuva 15*). Vaikka Kehä III on luonteeltaan enemmän pitkämatkaisen liikenteen väylä, se palvelee myös pääkaupunkiseudun sisäistä liikennettä. Kyseisessä tienkohdassa ruuhkasuunta on aamuruuhkassa itään eli Helsinkiin päin ja iltaruuhkassa länteen eli Kirkkonummelle päin. Tien normaali nopeusrajoitus on 80 km/h. Siltatyömaan aikana nopeusrajoitus alennettiin ennen siltaa 60 km/h:iin ja sillalla 30 km/h:iin. Tierekisterin mukaan tien poikkileikkaus on 10,5/7,5 ja KVL noin 19700 (v. 2006).



Kuva 15. Siltatyömaan paikka Espoossa (Kartan lähde: Kirkkonummen opaskartta).

Ajoanalysointimittauksissa ajettiin Kehä III:ta edestakaisin. Lännessä kääntöpaikkana oli Kehä III:n ja kuvassa 15 punaisella merkityn Kauklahdenväylän (mt 1130) liittymä. Liittymän kiihdytyskaista Kehä III:lle itään päättyi noin 400 m ennen työmaan alkukohtaa, jossa oli 60 km/h-nopeusrajoitusmerkki ja työmaasta varoitettava liikennemerkki. Idässä kääntöpaikkana oli Kehä III:n ja Espoonväylän liittymä, joka ei näy kuvassa 15. Liittymän kiihdytyskaista Kehä III:lle länteen päättyi noin 2,5 km ennen työmaan alkukohtaa. Molemmissa ajosuunnissa nopeusrajoitus oli 80 km/h kääntöpaikan ja työmaan alkukohdan välissä.

Kenttämittausten tarkat ajankohdat käyvät ilmi taulukoista 3 ja 4. Työmaan liikennejärjestelyt tehtyjen kenttämittausten aikana olivat pääpiirteiltään kuvien 16 ja 17 mukaiset. Kuvissa 18–22 on esitetty siltatyömaan tilanne eri tutkimuspäivinä ja taulukossa 3 on kuvattu tilannetta myös sanallisesti. Siltatyö valmistui joulukuussa 2006.

*Taulukko 3. Liikennelaskentojen ajankohdat ja tietyömaan tilanteen kuvaus Espoon siltatyömaalla. Ajankohtina, jotka on tummennettu, tehtiin videointien lisäksi myös nopeusmittauksia lasertutkalla ruuhkasuuntaan.*

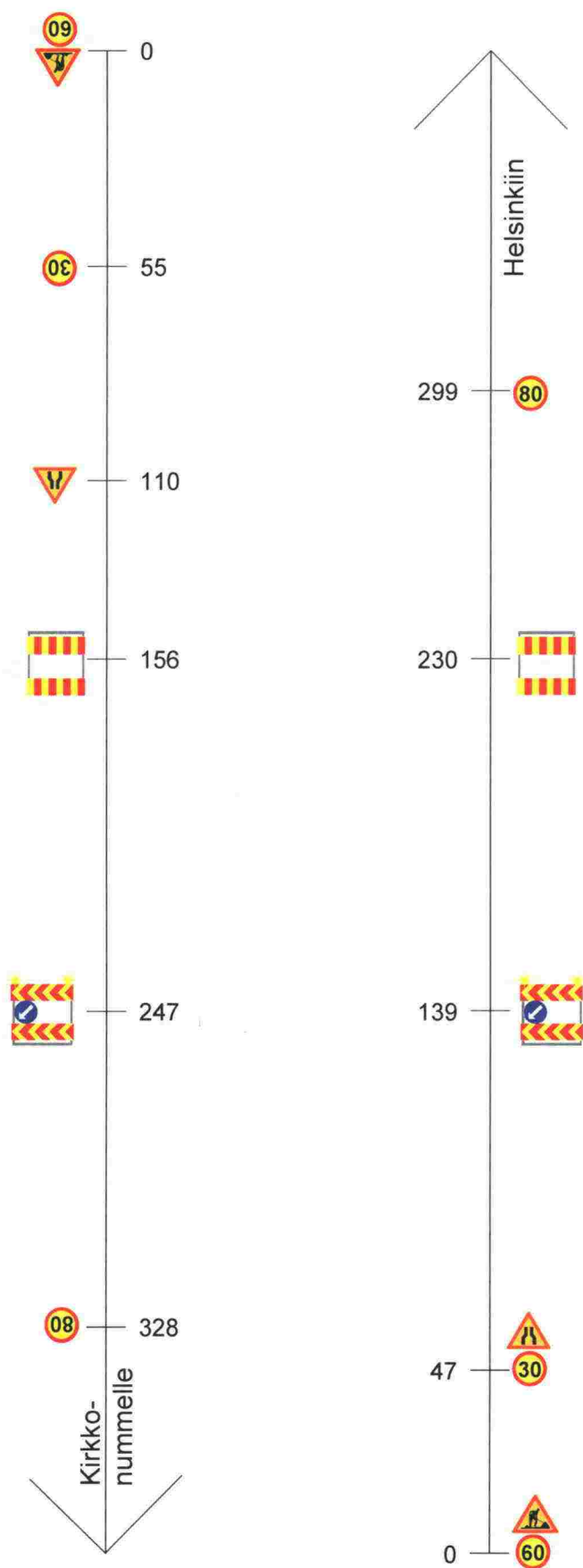
Pvm	Kellonaika	Ruuhkasuunta	Tilanteen kuvaus
8.9.2006	15.00–18.00	Kirkkonummelle	työmaa eristetty pelkin kartioin ajoradasta, päällysteessä selvät kynnykset
23.10.2006	7.15–9.00	Helsinkiin	työmaa eristetty betonikaiteella kynnykset jyrskytt pois
30.10.2006	6.45–9.15	Helsinkiin	sulkupuomit aiempaa etäämpänä työmaasta, ei kynnyksiä
<b>30.10.2006</b>	<b>14.45–17.00</b>	<b>Kirkkonummelle</b>	-”-
<b>31.10.2006</b>	<b>7.00–9.15</b>	<b>Helsinkiin</b>	sama tilanne kuin 30.10.
3.11.2006	15.15–18.15	Kirkkonummelle	työmaa huputettu, ei kynnyksiä

*Taulukko 4. Ajoanalysaattorimittausten ajankohdat Espoon siltatyömaalla.*

Pvm	Mittausajojen lähtöajat
30.10.2006	14.39–17.15
31.10.2006	6.32–9.03

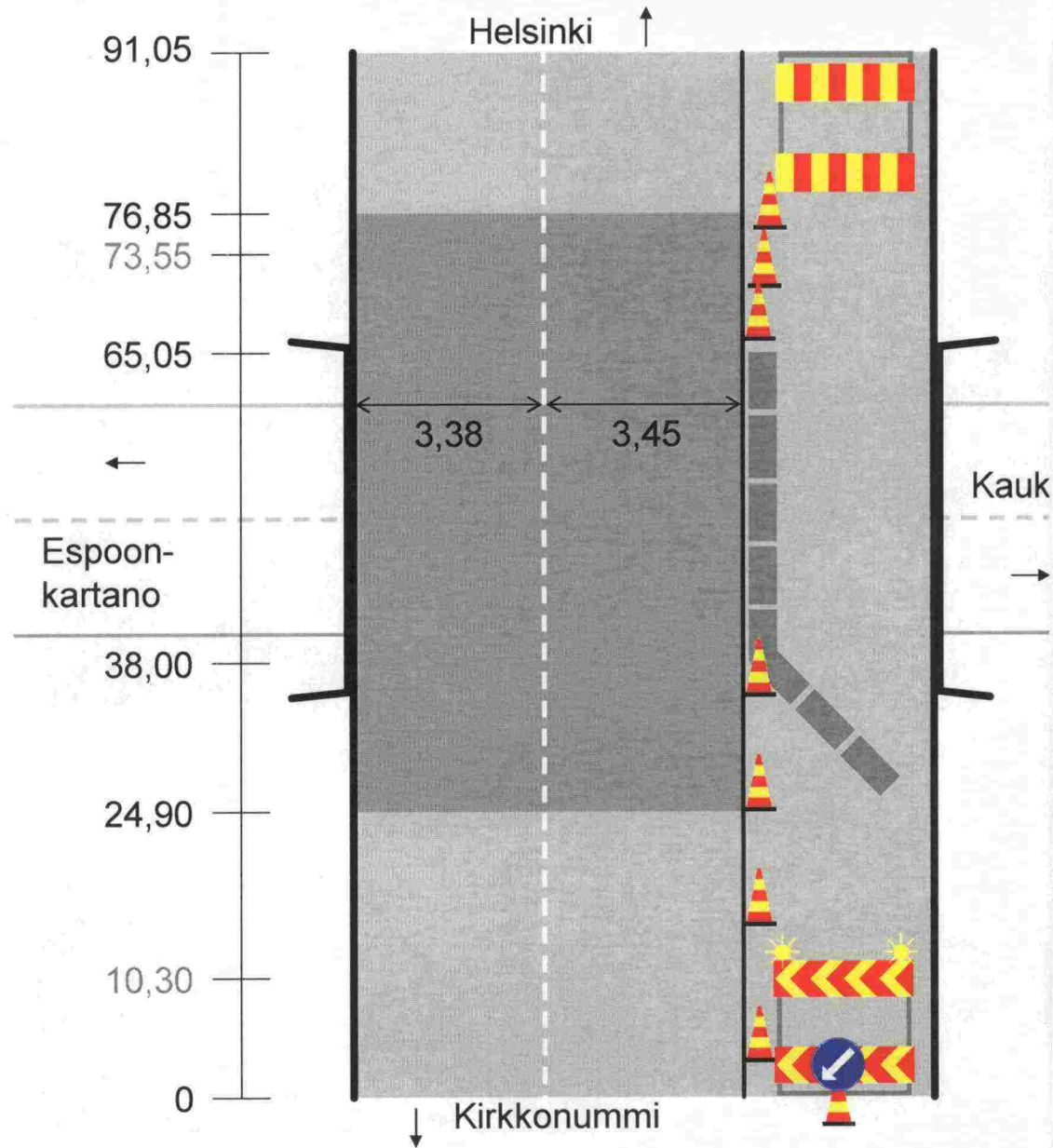
Kenttämittaukset pyrittiin tekemään vain hyvällä säällä. Syksyn säät olivat kuitenkin muutaman mittauksen aikana hieman vaihtelevia. Espoossa 8.9.2006 oli mittauksen aikana välillä vesisadetta, välillä poutaa ja 30.10.2006 kello 8.30 alkaen hieman räntäsadetta. Sateiden todettiin kuitenkin olleen niin heikkoja, ettei niillä pitäisi olla vaikutusta mittauksista.

Siltatyömaa alueen kohdalla oli voimassa ohituskielto. Työmaasta varoitettiin tietyömerkkien lisäksi myös kapeneva tie -liikennemerkkein (kuva 16). Sillan kohdalla osa ajoradasta oli erotettu varsinaisista ajokaistoista sulkuaidoin ja betonikaiteella työskentelyalueeksi (kuva 17). Betonikaide sijaitsi Helsinkiin päin menevän ajokaistan puolella. 8.9.2006 tehdyssä mittauksessa betonikaidetta ei vielä ollut, vaan työskentelyalue oli rajattu sulkukartioin ja -pylväin. Ajokaistojen leveydet olivat noin 3,4 m. 8.9.2006 ajoradan päällysteen pintaa oli jyrskytt siten, että sillalle tultaessa molemmissa ajosuunnissa oli pieni kynnys. Myöhemmin mittausajankohtina kynnykset oli jyrskytt pois, eikä päällysteessä ollut liikennettä haittaavaa selvää tasoeroa.



Kuva 16. Espoon siltatyömaan liikennejärjestelyt 30.–31.10.2006.





Kuva 17.

*Espoon siltatyömaa-alueen mitat 30.–31.10.2006. Ennen tätä sulku-aidat olivat lähempänä siltää (harmaat etäisyysmitat). Tummanharmaa alue kuvaa sitä osaa ajoradasta, jolla asfalttia oli jyrsitty ja jonka reunoilla 8.9.2006 mittauksessa oli myös selvät kynnykset muuhun tienpintaan verrattuna.*



Kuva 18. Espoon siltatyömaa 8.9.2006, kuvan suunta Helsinkiin.



Kuva 19. Espoon siltatyömaa 23.10.2006, kuvan suunta Helsinkiin.





Kuva 20. Espoon siltatyömaa 30.10.2006, kuvan suunta Helsinkiin.



Kuva 21. Espoon siltatyömaa 31.10.2006, kuvan suunta Helsinkiin.



Kuva 22. Espoon siltatyömaa 3.11.2006, kuvan suunta Kirkkonummelle.



## 4 TULOKSET

### 4.1 Liikennemäärät ja välityskyky siltatyömaalla

#### 4.1.1 Mittaustulosten käsittely

Liikennelaskentojen avulla pyrittiin selvittämään, miten liikennemäärät vaihtelivat siltatyömaakohteissa aamu- ja iltaruuhkan aikana ja mikä oli siltatyömaiden välityskyky.

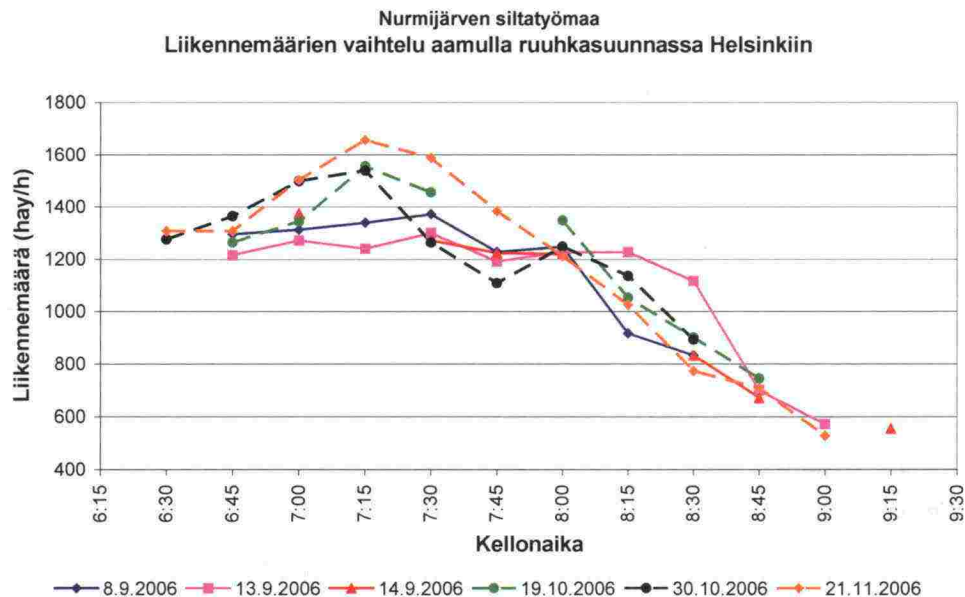
Liikennemäärät laskettiin videoilta kenttämittausten jälkeen laboratoriossa. Varsinaisten liikennemäärämittausten lisäksi välityskykytarkasteluissa hyödynnettiin myös tutkalla tehtyjen nopeusmittausten aikaiset liikennemäärähavainnot. Koska tutkimuksissa pidettiin välillä lyhyitä lepotaukoja, videoilta purettiin vain tutkimuksia vastaavien aikajaksojen liikennemäärät.

Liikennemäärät laskettiin 15 minuutin aikajaksoittain. Tuntiliikennemäärä saatiin 15 minuutin liikennemäärästä kertomalla se neljällä. Liikennemäärähavainnot eriteltiin kevyisiin ja raskaisiin ajoneuvoihin. Kevyiksi ajoneuvoiksi laskettiin henkilöautot, pakettiautot ja moottoripyörät. Raskaiksi ajoneuvoiksi laskettiin kaikki muut ajoneuvot eli linja-autot, kuorma-autot ilman perävaunua, perävaunulliset kuorma-autot sekä peräkärrylliset henkilö- ja pakettiautot.

Tietyömaan välityskykytarkasteluja varten liikennemäärät (ajon/h) muunnettiin henkilöautoyksiköiksi tunnissa (hay/h), koska raskaiden ajoneuvojen ajokäyttäytyminen on hieman erilaista kuin kevyiden ajoneuvojen. Kenttämittauksissa havaittiin esimerkiksi, että raskaat ajoneuvot joutuivat yleensä hidastamaan työmaa-alueille jyrksyydessä "päällystekynnyksissä" voimakkaammin kuin kevyet ajoneuvot ja ajamaan työmaan läpi muutenkin hitaammin. Raskaiden ajoneuvojen hidastuvuus- ja kiihtyvyysominaisuudet eroavat merkittävästi kevyiden ajoneuvojen ominaisuuksista. Pitkä raskas ajoneuvo myös vie hitaasti etenevässä liikennevirrassa fyysisesti enemmän tilaa. Yhden raskaan ajoneuvon ajateltiin vastaavan keskimäärin kahta kevyttä ajoneuvoa. Tietyömaan valmistuttua tehtyjen mittausten aineistojen osalta liikennemäärät muunnettiin henkilöautoyksiköiksi vastaavalla tavalla, vaikka työmaan valmistuttua nopeakrajoitus olikin korkeampi eivätkä raskaiden ajoneuvojen nopeudet juuri poikenneet kevyiden nopeuksista.

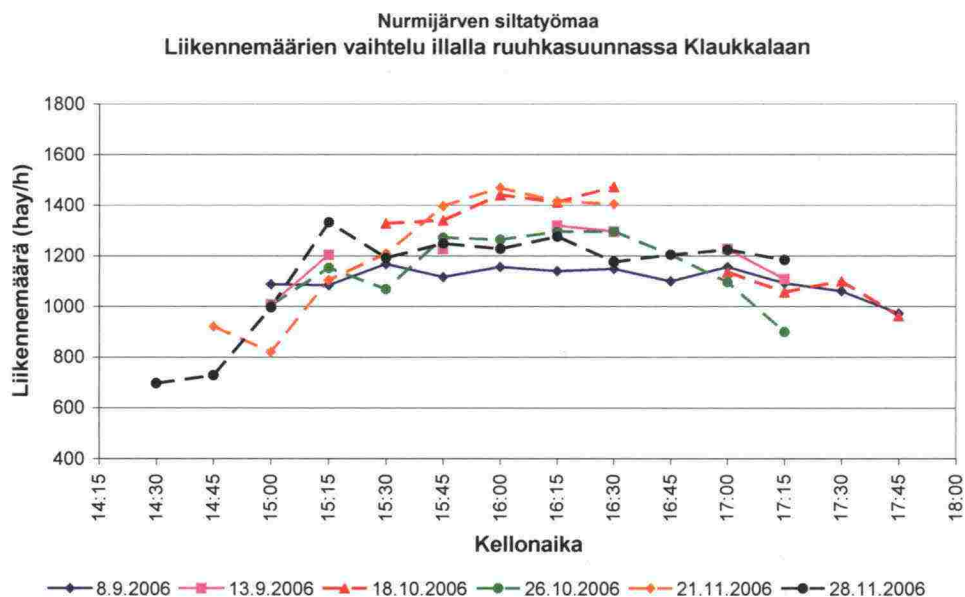
#### 4.1.2 Nurmijärven siltatyömaa

*Kuvissa 23–25 on havainnollistettu liikennemäärien vaihtelua Nurmijärven siltatyömaalla ruuhkasuuntaan eri mittauspäivinä 15 minuutin mittausjaksoittain. Liikennemäärät on esitetty henkilöautoyksikköinä tunnissa (hay/h). Todelliset ajoneuvomäärät eriteltynä kevyisiin ja raskaisiin ajoneuvoihin käyvät ilmi liitteestä 1.*



Kuva 23. Liikennemäärien vaihtelu Nurmijärven siltatyömaalla aamulla ruuhkasuunnassa Helsinkiin. Katkoviivalla esitetyt tulokset ovat työmaan valmistuttua tehdyistä mittauksista.

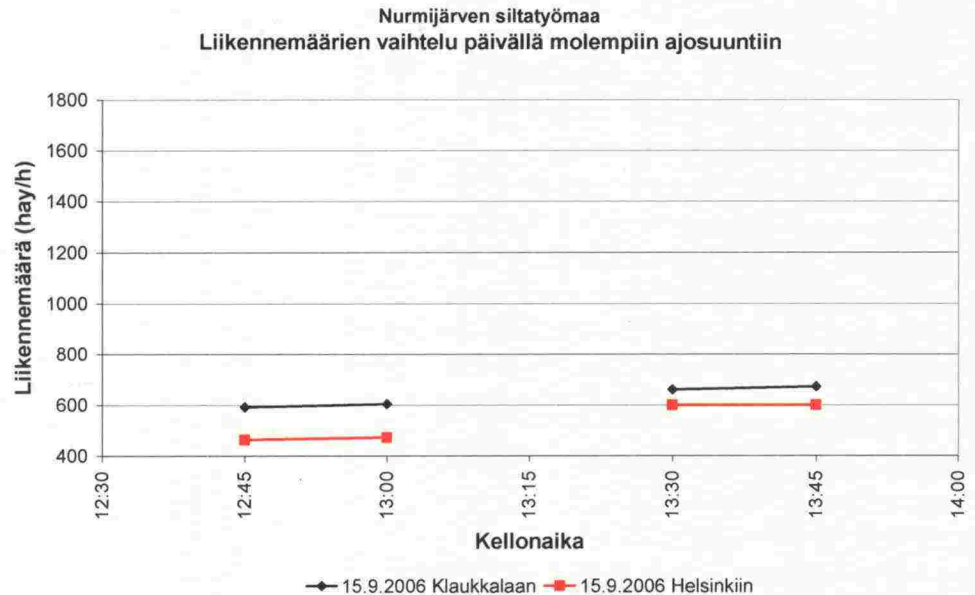
Aamuruuhkassa ruuhkasuunnan liikennemäärät vaihtelivat siltatyömaan aikana välillä 556–1 376 hay/h ja työmaan valmistuttua välillä 528–1 656 hay/h. Kuvasta 23 näkyy selvästi, että työmaan aikana tie pystyi välittämään pahimpaan aamuruuhka-aikaan selvästi vähemmän liikennettä kuin työmaan valmistuttua.



Kuva 24. Liikennemäärien vaihtelu Nurmijärven siltatyömaalla illalla ruuhkasuunnassa Klaukkalaan. Katkoviivalla esitetyt tulokset ovat työmaan valmistuttua tehdyistä mittauksista.

Ilta-ruuhkassa ruuhkasuunnan liikennemäärät vaihtelivat siltatyömaan aikana välillä 972–1 320 hay/h ja työmaan valmistuttua välillä 696–1 472 hay/h.

Myös kuvasta 24 voidaan havaita, että työmaan aikana tie kykeni välittämään iltapäivän ruuhkahuipun aikana hieman vähemmän liikennettä kuin työmaan valmistuttua. Ero ei kuitenkaan ole yhtä selvä kuin aamuruuhkassa. Iltapäivällä liikenteen kysyntä yleensä jakautuu pidemmälle ajanjaksolle kuin aamulla ja liikenteen hetkellinen kysyntä on aamuisin selvästi suurempaa kuin iltapäivällä.



Kuva 25. Liikennemäärien vaihtelu Nurmijärven siltatyömaalla päivällä molempiin ajosuuntiin.

Päiväaikana liikenteen kysyntä oli selvästi alhaisempaa kuin ruuhka-aikoina. Kuvassa 25 esitetyt liikennemäärät havaittiin tilanteessa, jossa siltatyömaa oli juuri valmistumassa, sulkulaitteet oli poistettu, mutta nopeusrajoitukset olivat edelleen voimassa. Klaukkalan suuntaan liikennemäärä vaihteli päiväliikenteessä välillä 592–672 hay/h ja Helsingin suuntaan välillä 464–600 hay/h.

Ruuhka-aikoina siltatyömaa muodosti siis selvästikin paikallisen pullonkaulan. Siltatyömaan läpi ajoi ruuhkasuunnassa maksimissaan noin 1 168–1 376 hay/h mittauspäivästä riippuen (taulukko 5). Aamuruuhkassa maksimiliikennemäärät liikkuivat välillä 1 300–1 376 hay/h ja iltaruuhkassa välillä 1 168–1 320 hay/h. Iltaruuhkassa 8.9. havaittu maksimiliikennemäärä (1 168 ajon/h) on selvästi pienempi kuin muut työmaan aikaiset maksimiliikennemäärät.

Sen jälkeen kun siltatyömaa oli valmistunut, sillan kohdalla ruuhkasuunnan maksimiliikennemäärät olivat jonkin verran suurempia eli 1 296–1 656 hay/h. Aamuruuhkassa maksimiliikennemäärä vaihteli välillä 1 540–1 656 hay/h ja iltaruuhkassa välillä 1 296–1 472 hay/h.



Välityskyvyllä tarkoitetaan suurinta liikennemäärää, joka vallitsevissa olosuhteissa voi ohittaa tietyn tienkohdan aikayksikössä. Kun liikenteen kysyntä ylittää välityskyvyn, tie alkaa ruuhkautua. Liikenne saattaa jonkin häiriön, esimerkiksi hitaan ajoneuvon, johdosta ruuhkautua varsinaista välityskykyä alhaisemmalla liikennemäärällä. Toisaalta taas lyhytaikaisesti voidaan saavuttaa välityskykyä suurempiakin liikennemääriä. (Luttinen ym. 2005.)

Suomessa käytettävän välityskyvyn arviointimenetelmän mukaan tutkimuskohteen kaltaisen kaksikaistaisen tien välityskyky on maksimissaan 3 200 ajon/h, vilkkaamman suunnan liikennemäärä voi kuitenkin olla enimmillään 1 700 ajon/h. (Luttinen ym. 2005.) Työmaan valmistuttua tehdyissä liikennelaskennoissa ruuhkasuunnan liikennemäärä oli vilkkaimmillaan lähes teoreettisen välityskyvyn suuruinen.

Taulukosta 5 nähdään, että siltatyömaan valmistuttua aamuruuhkassa havaitut maksimiliikennemäärät olivat varsin selkeästi työmaan aikana aamuruuhkassa havaittuja liikennemääriä korkeampia. Olettaen, että kysyntä oli työmaan aikana yhtä suurta, voidaan sanoa, että työmaan välityskyky ruuhkasuuntaan oli lähellä aamuruuhkassa havaittuja suurimpia liikennemääriä (1 376 ja 1 372 hay/h).

Työmaan valmistuttua iltaruuhkassa mitatut maksimiliikennemäärät olivat puolestaan vain hieman työmaan aikana iltaruuhkassa mitattuja liikennemääriä korkeampia. Työmaan valmistuttua iltaruuhkassa mitatut maksimiliikennemäärät olivat myös selkeästi alhaisempia kuin työmaan valmistuttua aamuruuhkassa mitatut liikennemäärät. Voi siis olla, että liikenteen kysyntä ei iltaruuhkasuuntaan (varsinkaan 8.9.) ollut riittävän suurta, jotta siltatyömaan välityskyky olisi saavutettu. Joka tapauksessa iltaruuhkasuunnassa siltatyömaan välityskyky oli ainakin 1 320 hay/h.

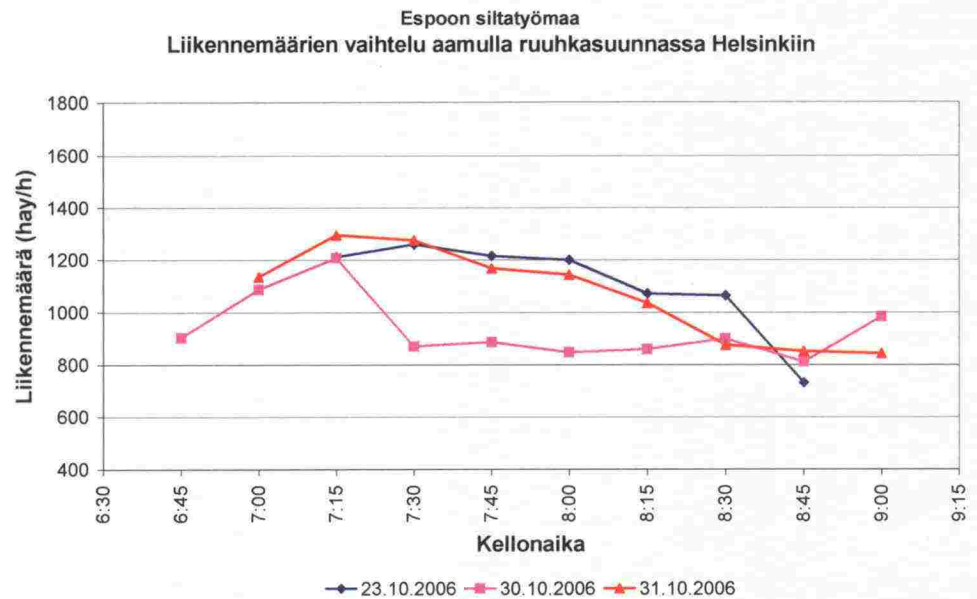
*Taulukko 5. Suurimmat havaitut liikennemäärät Nurmijärven siltatyömaalla. Harmaalla pohjalla olevat arvot ovat siltatyömaan valmistuttua mitattuja liikennemääriä.*

Mittauspäivä	Suurin havaittu liikennemäärä (hay/h)
8.9.2006 aamu	1 372
13.9.2006 aamu	1 300
14.9.2006 aamu	<b>1 376</b>
8.9.2006 ilta	1 168
13.9.2006 ilta	<b>1 320</b>
19.10.2006 aamu	1 556
30.10.2006 aamu	1 540
21.11.2006 aamu	<b>1 656</b>
18.10.2006 ilta	<b>1 472</b>
26.10.2006 ilta	1 296
21.11.2006 ilta	1 468
28.11.2006 ilta	1 332

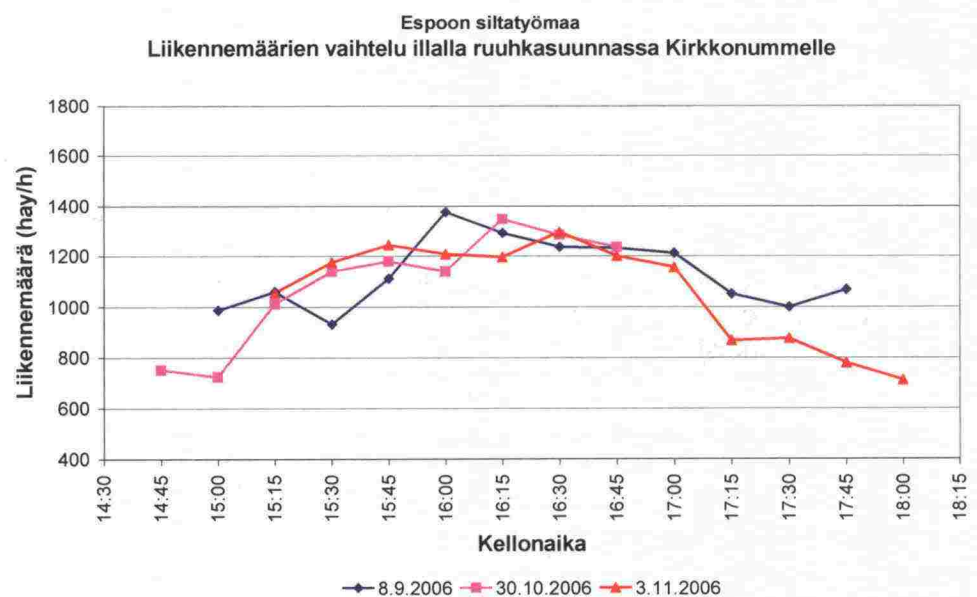


### 4.1.3 Espoon siltatyömaa

Kuvissa 26–27 on havainnollistettu liikennemäärien vaihtelua Espoon siltatyömaalla ruuhkasuuntaan eri mittauspäivinä 15 minuutin mittausjaksoittain. Liikennemäärät on esitetty henkilöautoyksikköinä tunnissa. Todelliset ajoneuvomäärät eriteltyinä kevyisiin ja raskaisiin ajoneuvoihin käyvät ilmi liitteestä 2.



Kuva 26. Liikennemäärien vaihtelu Espoon siltatyömaalla aamulla ruuhkasuunnassa Helsinkiin.



Kuva 27. Liikennemäärien vaihtelu Espoon siltatyömaalla illalla ruuhkasuunnassa Kirkkonummelle.

Aamuruuhkassa ruuhkasuunnan liikennemäärät vaihtelivat siltatyömaan aikana välillä 732–1 296 hay/h. Iltaruuhkassa ruuhkasuunnan liikennemäärät vaihtelivat vastaavasti välillä 712–1 376 hay/h. Kuten *kuvista 26 ja 27* voidaan havaita, aamu- ja iltaruuhkan välillä liikennemäärissä ei ollut merkittäviä eroja. Espoossa ei tehty mittauksia työmaan valmistuttua, joten työmaan aikaisia tuloksia ei voida verrata normaalitilanteen liikennemääriin.

*Taulukossa 6* on esitetty suurimmat havaitut liikennemäärät Espoon siltatyömaalla eri mittausajankohtina. Ruuhkasuuntaan ajoi siis maksimissaan 1 208–1 376 hay/h mittauspäivästä riippuen. Aamuruuhkassa maksimiliikennemäärä vaihteli välillä 1 208–1 296 hay/h ja iltaruuhkassa välillä 1 296–1 376 hay/h.

Myös Espoon siltatyömaan osalta *taulukon 6* suurimpien liikennemäärien voidaan ajatella vastaavan siltatyömaan välityskykyä ruuhkasuunnittain olettaen, että mittauspäivinä työmaa-alueella liikenteen kysyntä oli riittävän suurta, jotta välityskyky saavutettiin.

*Taulukko 6. Suurimmat havaitut liikennemäärät Espoon siltatyömaalla.*

Mittauspäivä	Suurin havaittu liikennemäärä (hay/h)
23.10.2006 aamu	1260
30.10.2006 aamu	1208
31.10.2006 aamu	<b>1296</b>
8.9.2006 ilta	<b>1376</b>
30.10.2006 ilta	1348
3.11.2006 ilta	1296

## 4.2 Pistenopeudet siltatyömaalla

### 4.2.1 Mittaustulosten käsittely

Tutkamittausten avulla pyrittiin selvittämään, millä nopeudella liikenne siltatyömaalla eteni. Myös tutkamittausten aikaiset liikennemäärät laskettiin.

Kussakin mittauksessa ruuhkasuunnan liikennevirrasta yritettiin poimia tutkaukseen niin paljon ajoneuvoja kuin mahdollista. Jonossa lähekkäin samalla nopeudella ajaneista tutkahavainto saatiin yleensä vain ensimmäisestä. Nurmijärvellä nopeushavainto saatiin mittauspäivästä riippuen 34–59 %:sta ajoneuvoja (*taulukko 7*). 15.9.2006 päiväajan mittauksessa tutkattiin molempia ajosuuntia yhtä aikaa, mistä johtuen nopeushavaintoja ei saatu kaikista ajoneuvoista, vaikka liikennettä olikin vähän. Espoossa nopeushavaintoja saatiin vain 16–25 %:sta ajoneuvoja (*taulukko 8*). Alhainen havaintomäärä, johtui lähinnä siitä, että nopeusmittaus jouduttiin suorittamaan varsin kaukaa ja ajoneuvot ajoivat lähellä toisiaan.

Taulukko 7. Nopeushavaintojen ja ajoneuvojen kokonaismäärät eri mittauspäivinä Nurmijärven siltatyömaalla.

Pvm ja suunta	Nopeushavaintojen kokonaismäärä			Ajoneuvojen kokonaismäärä			Nopeushavaintojen osuus (%)		
	Kev.	Rask.	Yht.	Kev.	Rask.	Yht.	Kev.	Rask.	Yht.
13.9.2006 Klaukkalaan	1128	57 4,8%	<b>1185</b>	1946	76 3,8%	<b>2022</b>	58,0	75,0	<b>58,6</b>
14.9.2006 Helsinkiin	808	61 7,0%	<b>869</b>	1620	84 4,9%	<b>1704</b>	49,9	72,6	<b>51,0</b>
15.9.2006 Klaukkalaan	178	26 12,7%	<b>204</b>	544	44 7,4%	<b>588</b>	32,7	59,1	<b>34,7</b>
15.9.2006 Helsinkiin	153	17 10,0%	<b>170</b>	452	41 8,3%	<b>493</b>	33,8	41,5	<b>34,5</b>
18.10.2006 Klaukkalaan	1102	43 3,8%	<b>1145</b>	2624	94 3,5%	<b>2718</b>	42,0	45,7	<b>42,1</b>
19.10.2006 Helsinkiin	795 (736)*	55 (50)* 6,4%	<b>850 (786)*</b>	2200	108 4,7%	<b>2308</b>	33,5	46,3	<b>34,1</b>

\* Videointi päättyi 15 min ennen nopeustutkimuksen loppua, suluissa oleva havaintomäärä videointien ajalta.

Taulukko 8. Nopeushavaintojen ja ajoneuvojen kokonaismäärät eri mittauspäivinä Espoon siltatyömaalla.

Pvm ja suunta	Nopeushavaintojen kokonaismäärä			Ajoneuvojen kokonaismäärä			Nopeushavaintojen osuus (%)		
	Kev.	Rask.	Yht.	Kev.	Rask.	Yht.	Kev.	Rask.	Yht.
30.10.2006 Knummelle	305	66 17,8%	371	2136	159 6,9%	2295	14,3	41,5	16,2
31.10.2006 Hkiin	470 (423)*	148 (128)* 23,2%	618 (551)*	2041	183 8,2%	2224	20,7	69,9	24,8

\* Videointi päättyi 15 min ennen nopeustutkimuksen loppua, suluissa oleva havaintomäärä videointien ajalta.

Nopeushavaintoja kerättiin 15 minuutin aikajaksoittain. Kunkin jakson osalta mittausaineistoista laskettiin nopeusjakaumaa kuvaavia tunnuslukuja, kuten keskinopeus, keskihajonta sekä keskinopeuden 95 %:n luottamusväli. Lisäksi kunkin mittauspäivän koko aineistosta piirrettiin nopeuksien frekvenssijakaumat ja laskettiin nopeusrajoituksen ylittäneiden osuudet.

Myös nopeushavainnot eriteltiin kevyisiin ja raskaisiin ajoneuvoihin ja edellä mainitut tunnusluvut laskettiin erikseen molempien ryhmien osalta. Nopeusmittausten aikaiset liikennemäärät laskettiin vastaavasti kuin liikennemäärämittauksissa.



#### 4.2.2 Nurmijärven siltatyömaa

Taulukoissa 9–13 on esitetty ajoneuvojen keskinopeudet ja nopeuksien keskihajonnat Nurmijärven siltatyömaalla ruuhkasuuntaan eri mittauspäivinä 15 minuutin jaksoittain. Taulukoista käyvät lisäksi ilmi myös liikennemäärät henkilöautoyksikköinä tunnissa. Keskinopeuksien 95 %:n luottamusvälit löytyvät liitteestä 3. Liitteessä 3 on myös esitetty nopeusjakaumat mittauspäivittäin.

Taulukko 9. Nopeuksien tunnusluvut Nurmijärven siltatyömaalla 13.9.2006.

Kello	Klaukkalaan						
	Keskinopeus (km/h)			Keskihajonta (km/h)			Liikenne- määrä (hay/h)
	Kevyet	Raskaat	Yht.	Kevyet	Raskaat	Yht.	
15.00	29,92	23,60	26,20	5,68	3,92	5,49	1008
15.15	27,68	21,83	27,61	5,02	4,12	5,12	1204
15.45	27,78	22,00	27,62	5,58	3,46	5,60	1228
16.15	27,35	24,20	27,19	4,64	5,18	4,71	1320
16.30	26,03	22,38	25,90	3,99	2,72	4,01	1296
17.00	26,18	22,89	26,04	4,42	4,88	4,47	1228
17.15	25,33	21,00	25,09	4,87	3,39	4,90	1108
<b>Yht.</b>	<b>26,73</b>	<b>22,68</b>	<b>26,53</b>	<b>4,85</b>	<b>4,04</b>	<b>4,89</b>	

Taulukko 10. Nopeuksien tunnusluvut Nurmijärven siltatyömaalla 14.9.2006.

Kello	Helsinkiin						
	Keskinopeus (km/h)			Keskihajonta (km/h)			Liikenne- määrä (hay/h)
	Kevyet	Raskaat	Yht.	Kevyet	Raskaat	Yht.	
7.00	27,22	25,58	27,01	5,39	7,79	5,64	1376
7.30	26,15	25,86	26,14	4,47	4,49	4,46	1272
7.45	24,83	17,29	24,54	4,22	4,27	4,45	1224
8.00	24,00	20,60	23,79	5,02	5,81	5,10	1220
8.30	22,96	14,29	22,37	4,96	1,38	5,27	832
8.45	23,30	18,23	22,59	5,08	3,30	5,17	672
9.15	25,02	22,40	24,76	5,11	5,62	5,19	556
<b>Yht.</b>	<b>25,03</b>	<b>20,87</b>	<b>24,74</b>	<b>4,98</b>	<b>6,33</b>	<b>5,19</b>	

Siltatyömaan aikana (taulukot 9 ja 10) nopeusrajoitus oli 30 km/h. Tarkasteltaessa kaikkia ajoneuvoja yhteensä keskinopeudet vaihtelivat aamulla (14.9.) ruuhkasuunnassa välillä 22–27 km/h, illalla (13.9.) välillä 25–28 km/h. Nopeuksien keskihajonta oli varsin alhainen (sekä aamulla että illalla 4–6 km/h). Raskaat ajoneuvot ajoivat selvästi alhaisemmilla nopeuksilla kuin kevyet ajoneuvot molemmissa ajosuunnissa. Sekä kevyiden että raskaiden ajoneuvojen keskinopeus oli illalla ruuhkasuuntaan hieman suurempi kuin aamulla (ero alle 2 km/h).

Keskinopeudet jäivät selvästi alle nopeusrajoituksen. Aamulla (14.9.) vain 13 % ja illalla (13.9.) 17 % kaikista ajoneuvoista, joista saatiin nopeushavainto, ylitti nopeusrajoituksen (taulukko 14). Iltamittauksessa käytännössä kaikki raskaat ajoneuvot ajoivat nopeusrajoitusta alhaisemmalla nopeudella. Aamumittauksessa nopeusrajoituksen ylitti 11 % raskaista ajoneuvoista, mutta ylitykset olivat hyvin pieniä.

Taulukko 11. Nopeuksien tunnusluvut Nurmijärven siltatyömaalla 15.9.2006.

Kello	Klaukkalaan						
	Keskinopeus (km/h)			Keskihajonta (km/h)			Liikenne- määrä (hay/h)
	Kevyet	Raskaat	Yht.	Kevyet	Raskaat	Yht.	
12.45	50,16	50,63	50,22	8,14	7,52	8,01	592
13.00	47,28	47,22	47,27	7,75	10,01	8,04	604
13.30	50,77	43,50	50,09	9,97	8,81	10,00	660
13.45	49,82	48,40	49,63	9,33	6,77	8,97	672
<b>Yht.</b>	<b>49,42</b>	<b>47,92</b>	<b>49,23</b>	<b>8,73</b>	<b>8,38</b>	<b>8,68</b>	
Kello	Helsinkiin						
	Keskinopeus (km/h)			Keskihajonta (km/h)			Liikenne- määrä (hay/h)
	Kevyet	Raskaat	Yht.	Kevyet	Raskaat	Yht.	
12.45	47,08	39,33	46,22	6,75	5,51	6,99	464
13.00	46,30	48,33	46,50	10,87	6,66	10,46	472
13.30	53,23	62,00	54,46	12,09	8,89	12,01	520
13.45	52,61	46,75	52,24	9,44	7,04	9,37	600
<b>Yht.</b>	<b>50,80</b>	<b>52,00</b>	<b>50,92</b>	<b>10,50</b>	<b>11,47</b>	<b>10,57</b>	

Siltatyömaan loppuvaiheessa 15.9. tehtiin lyhyehkö nopeusmittaus päiväliikenteestä (taulukko 11). Siltatyö oli käytännössä valmis, mutta työmaan 30 km/h nopeusrajoitusta ei vielä ollut ehditty poistaa. Tarkasteltaessa kaikkia ajoneuvoja yhteensä keskinopeudet päiväliikenteessä vaihtelivat Klaukkalan suuntaan välillä 47–50 km/h ja Helsingin suuntaan välillä 46–54 km/h. Nopeuksien hajonta oli selvästi suurempaa, kuin työmaan aikana tehdyissä mittauksissa (Klaukkalan suuntaan 8–10 km/h ja Helsingin suuntaan 7–12 km/h). Raskaiden ajoneuvon nopeudet eivät poikenneet merkittävästi kevyiden ajoneuvojen nopeuksista. Lähes kaikki ajoneuvot, niin kevyet kuin raskaatkin, ylittivät nopeusrajoituksen (taulukko 14).

Taulukko 12. Nopeuksien tunnusluvut Nurmijärven siltatyömaalla 18.10.2006.

Kello	Klaukkalaan						
	Keskinopeus (km/h)			Keskihajonta (km/h)			Liikenne- määrä (hay/h)
	Kevyet	Raskaat	Yht.	Kevyet	Raskaat	Yht.	
15.30	60,75	65,20	61,00	5,32	5,48	5,43	1328
15.45	59,25	64,33	59,46	4,90	11,34	5,34	1340
16.00	57,50	57,00	57,47	5,22	3,79	5,15	1440
16.15	58,83	51,00	58,64	5,68	-	5,97	1412
16.30	58,13	57,83	58,12	6,63	6,85	6,61	1472
17.00	59,10	62,33	59,18	4,60	-	4,65	1136
17.15	60,98	64,00	61,13	5,50	4,24	5,47	1056
17.30	62,44	65,00	62,51	5,32	5,48	5,32	1100
17.45	61,19	54,00	61,02	4,12	2,65	4,23	964
<b>Yht.</b>	<b>59,78</b>	<b>60,56</b>	<b>59,80</b>	<b>5,51</b>	<b>7,79</b>	<b>5,61</b>	



Taulukko 13. Nopeuksien tunnusluvut Nurmijärven siltatyömaalla 19.10.2006.

Kello	Helsinkiin						
	Keskinopeus (km/h)			Keskihajonta (km/h)			Liikenne- määrä (hay/h)
	Kevyet	Raskaat	Yht.	Kevyet	Raskaat	Yht.	
6.45	59,63	60,57	59,73	5,74	6,10	5,88	1264
7.00	58,89	56,89	58,73	6,52	5,75	6,47	1344
7.15	58,45	56,63	58,33	4,72	7,93	4,98	1556
7.30	58,21	58,25	58,22	6,15	8,88	6,21	1456
8.00	63,38	64,00	63,41	5,08	1,87	5,00	1348
8.15	64,46	60,50	64,37	7,42	2,12	7,36	1052
8.30	65,28	65,91	65,37	5,78	8,57	6,15	900
8.45	65,06	63,25	64,96	5,89	7,41	5,94	744
9.00	64,95	67,20	65,13	6,21	6,46	6,21	-
<b>Yht.</b>	<b>61,66</b>	<b>61,40</b>	<b>61,64</b>	<b>6,61</b>	<b>7,71</b>	<b>6,68</b>	

Siltatyömaan valmistuttua (taulukot 13 ja 14) nopeusrajoitus nostettiin takaisin 60 km/h:iin. Kun nyt tarkastellaan kaikkia ajoneuvoja yhteensä, havaitaan, että keskinopeudet vaihtelivat aamulla (19.10.) ruuhkasuunnassa välillä 58–65 km/h ja illalla (18.10.) välillä 57–63 km/h. Nopeuksien hajonta oli hieman suurempaa kuin työmaan aikana tehdyissä mittauksissa (aamulla 5–7 km/h ja illalla 4–7 km/h). Kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen keskinopeuksissa ei ollut merkitseviä eroja. Raskailla ajoneuvoilla nopeuksien hajonta oli hieman suurempaa kuin kevyillä.

Työmaan valmistuttua nopeudet olivat siis selvästi korkeampia kuin siltatyömaan aikana, jolloin nopeusrajoitus oli 30 km/h. Nopeudet olivat myös korkeampia kuin päiväliikenteen aikana 15.9. tehdyissä mittauksissa, jolloin siltatyö oli valmis, mutta nopeusrajoitus oli vielä 30 km/h.

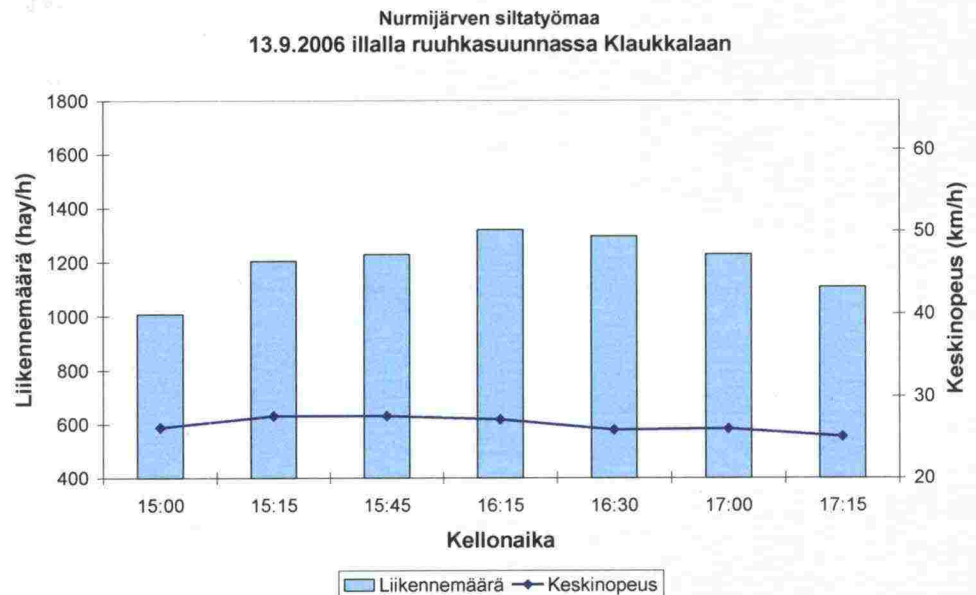
Työmaan valmistuttua keskinopeudet olivat hyvin lähellä nopeusrajoitusta. Aamulla nopeusrajoituksen ylitti noin 59 % kaikista ajoneuvoista, joista saatiin nopeushavainto, ja illalla 44 % (taulukko 14).

Taulukko 14. Nopeusrajoituksen ylittäneiden osuus Nurmijärven siltatyömaalla eri mittauspäivinä.

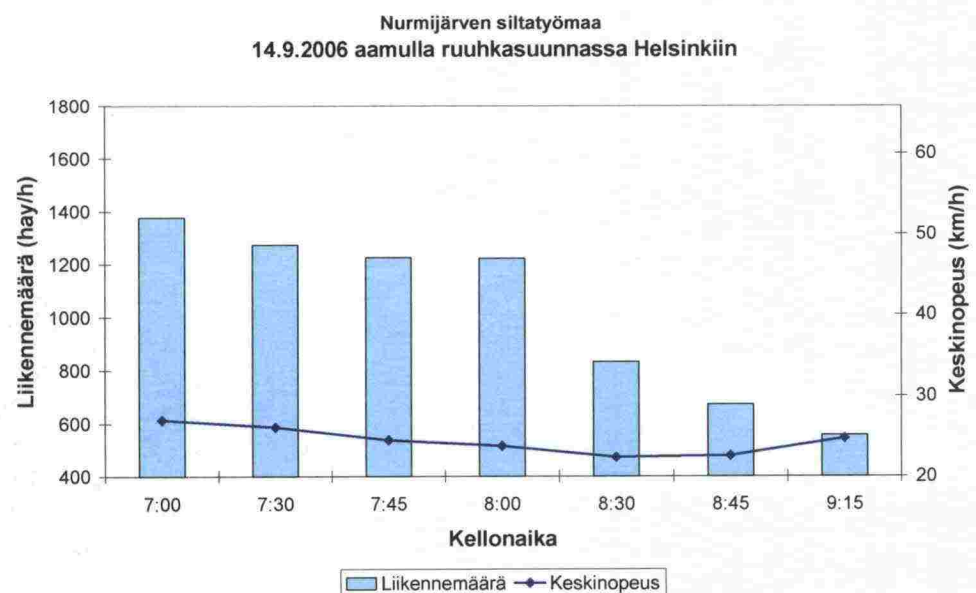
Pvm ja suunta	Kevyet (%)	Raskaat (%)	Yhteensä (%)	Nopeus- rajoitus (km/h)
13.9.2006 Klaukkalaan	18,3	1,8	17,5	30, työmaa
14.9.2006 Helsinkiin	12,6	11,5	12,5	30, työmaa
15.9.2006 Klaukkalaan	100,0	100,0	100,0	30, valmis
15.9.2006 Helsinkiin	98,0	100,0	98,2	30, valmis
18.10.2006 Klaukkalaan	43,6	48,8	43,8	60, valmis
19.10.2006 Helsinkiin	58,6	56,4	58,5	60, valmis



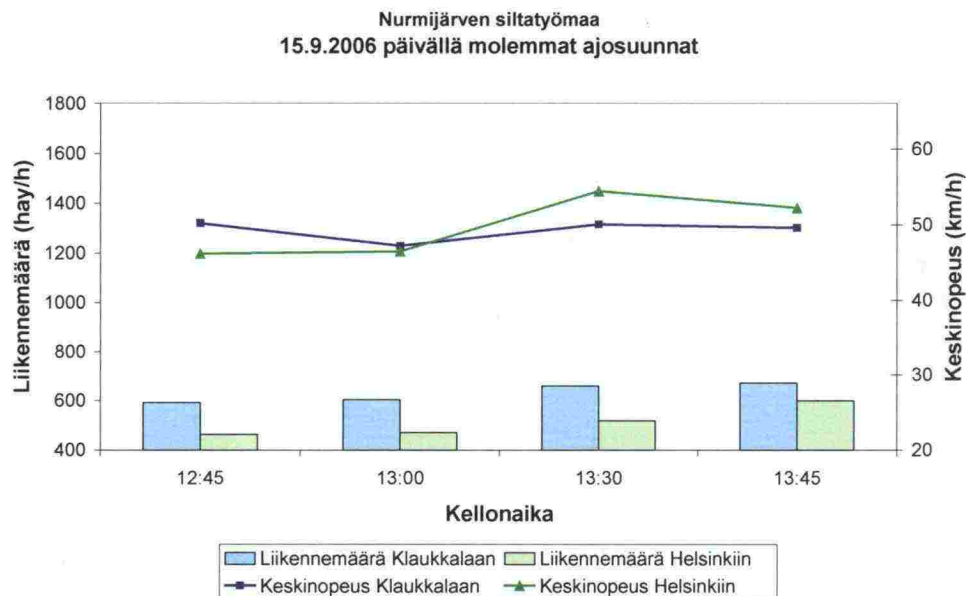
Kuvissa 28–32 on havainnollistettu keskinopeuksien ja liikennemäärien vaihtelua aikajaksoittain. Kuvista 28–29 nähdään, että liikennemäärällä ei ollut vaikutusta keskinopeuteen siltatyömaan aikana. Sen sijaan työmaan valmistuttua (kuvat 31 ja 32) liikennemäärä alkoi jo jonkin verran vaikuttaa myös keskinopeuteen. Suurilla liikennemäärillä keskinopeus oli hieman alhaisempi kuin pienemmillä liikennemäärillä. Nopeusmittauspäivinä sekä aamu- että iltaruuhkan vilkkaimmankin 15 minuutin aikana keskinopeus oli kuitenkin hyvin lähellä nopeusrajoitusta (58 km/h).



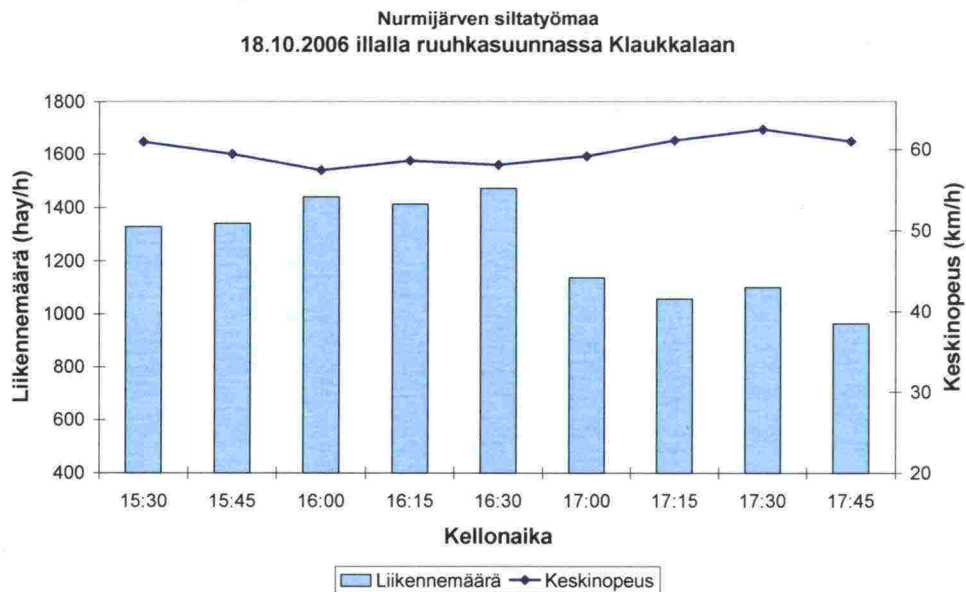
Kuva 28. Liikennemäärät ja keskinopeudet Nurmijärven siltatyömaalla 13.9.2006.



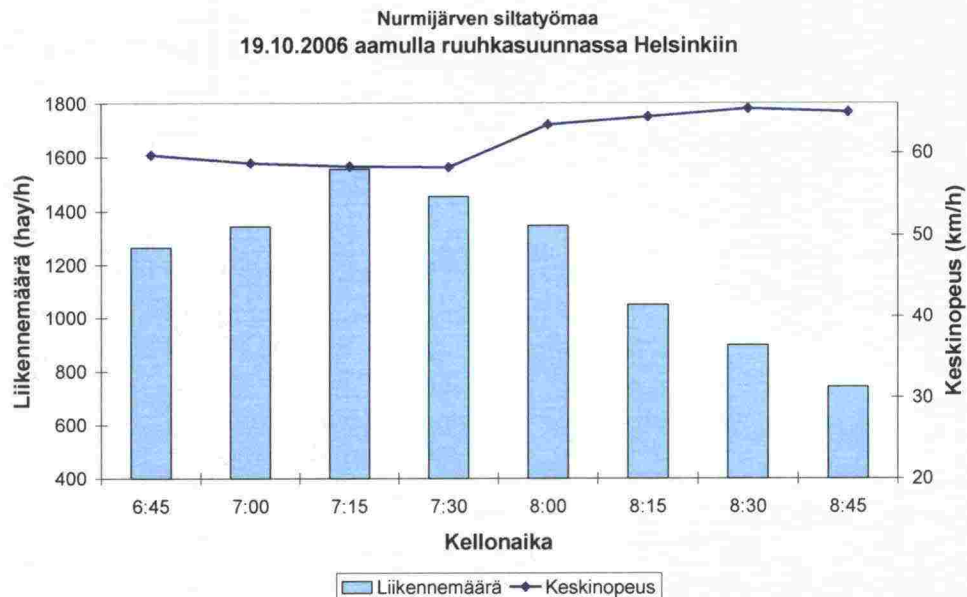
Kuva 29. Liikennemäärät ja keskinopeudet Nurmijärven siltatyömaalla 14.9.2006.



Kuva 30. Liikennemäärät ja keskinopeudet Nurmijärven siltatyömaalla 15.9.2006.



Kuva 31. Liikennemäärät ja keskinopeudet Nurmijärven siltatyömaalla 18.10.2006.



Kuva 32. Liikennemäärät ja keskinopeudet Nurmijärven siltatyömaalla 19.10.2006.

#### 4.2.3 Espoon siltatyömaa

Taulukoissa 15–16 on esitetty ajoneuvojen keskinopeudet ja nopeuksien keskihajonnat Espoon siltatyömaalla ruuhkasuuntaan eri mittauspäivinä 15 minuutin jaksoittain. Taulukoista käyvät ilmi myös liikennemäärät henkilöautoyksikköinä tunnissa. Keskinopeuksien 95 %:n luottamusvälit löytyvät liitteestä 4. Myös nopeusjakaumat mittauspäivittäin löytyvät liitteestä 4.

Taulukko 15. Nopeuksien tunnusluvut Espoon siltatyömaalla 30.10.2006.

Kello	Kirkkonummelle						Liikenne- määrä (hay/h)
	Keskinopeus (km/h)			Keskihajonta (km/h)			
	Kevyet	Raskaat	Yht.	Kevyet	Raskaat	Yht.	
14.45	36,68	35,58	36,32	7,77	7,70	7,66	752
15.00	38,32	30,77	36,23	9,34	5,76	9,11	724
15.15	33,52	31,67	33,20	6,44	5,12	6,23	1012
15.30	38,00	35,29	37,41	4,85	6,85	5,35	1140
15.45	33,18	30,00	32,55	5,40	5,45	5,49	1180
16.00	36,33	36,00	36,31	8,21	2,83	7,98	1140
16.15	31,81	32,70	31,39	4,38	3,85	4,37	1348
16.30	32,52	29,50	32,39	4,84	6,36	4,86	1284
16.45	31,61	34,33	32,03	6,11	3,93	5,87	1236
Yht.	34,39	32,42	34,04	6,88	6,04	6,77	



Taulukko 16. Nopeuksien tunnusluvut Espoon siltatyömaalla 31.10.2006.

Kello	Helsinkiin						
	Keskinopeus (km/h)			Keskihajonta (km/h)			Liikenne- määrä (hay/h)
	Kevyet	Raskaat	Yht.	Kevyet	Raskaat	Yht.	
7.00	35,09	32,73	34,77	6,71	4,13	6,46	1136
7.15	37,06	28,78	35,84	5,69	6,38	6,46	1296
7.30	35,11	32,14	34,71	5,37	6,72	5,59	1276
7.45	32,90	31,78	32,56	4,88	4,57	4,78	1168
8.00	35,24	31,88	33,63	5,49	5,35	6,10	1144
8.15	32,87	28,00	31,46	6,82	4,27	6,54	1036
8.30	34,28	30,35	33,23	5,85	4,82	5,83	876
8.45	35,86	30,00	32,68	5,32	5,21	5,55	852
9.00	36,02	29,29	34,16	6,34	4,41	6,58	844
9.15	34,60	29,45	33,06	7,37	7,19	7,64	-
<b>Yht.</b>	<b>34,85</b>	<b>29,98</b>	<b>33,68</b>	<b>6,16</b>	<b>5,33</b>	<b>6,32</b>	

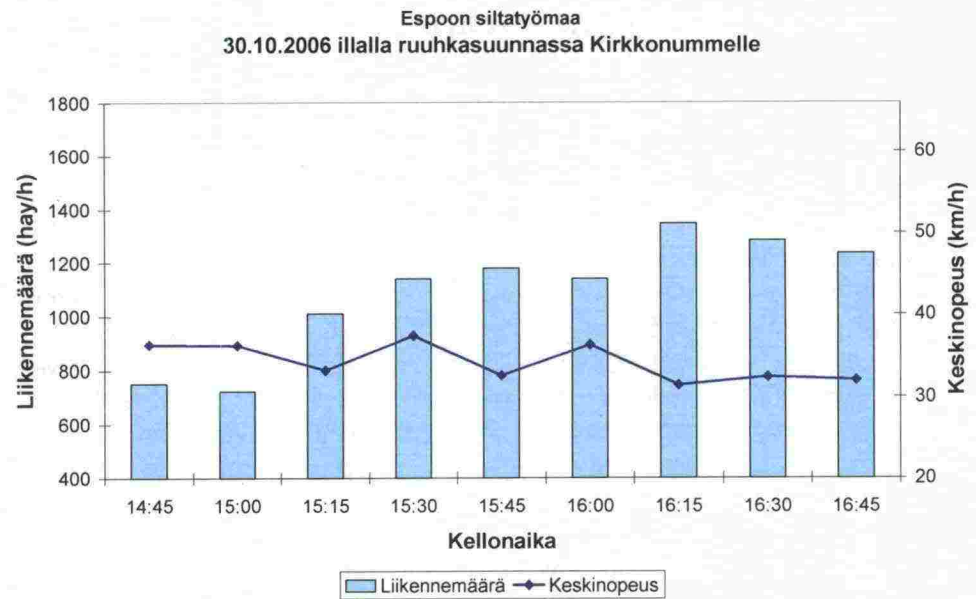
Espoon siltatyömaalla (taulukot 15 ja 16) nopeusrajoituksena oli 30 km/h. Kaikkien ajoneuvojen osalta keskinopeudet vaihtelivat aamulla (31.10.) ruuhkasuunnassa Helsinkiin välillä 31–36 km/h ja illalla (30.10.) ruuhkasuunnassa Kirkkonummelle välillä 31–37 km/h. Nopeuksien keskihajonta ei ollut kovin korkea (aamulla 5–8 km/h ja illalla 4–9 km/h). Raskaiden ajoneuvojen keskinopeudet olivat jonkin verran kevyiden ajoneuvojen nopeuksia alhaisempia, varsinkin Helsingin suuntaan ajettaessa. Ajosuuntien välillä kevyiden ajoneuvojen nopeuksissa ei ollut juurikaan eroa, mutta raskaiden ajoneuvojen keskinopeus oli noin 2 km/h alhaisempi Helsingin suuntaan kuin Kirkkonummen suuntaan. Sillalla tien kavennus ja varsinainen työmaa oli juuri Helsinkiin menevän ajosuunnan puolella, mikä voi olla osaylynä edellä mainittuihin eroihin keskinopeuksissa.

Keskinopeudet olivat selkeästi nopeusrajoitusta korkeampia, toisin kuin Nurmijärven siltatyömaalla (taulukko 17). Aamumittauksessa 68 % kaikista ajoneuvoista, joista saatiin nopeushavainto, ylitti nopeusrajoituksen, iltamittauksessa lähes 70 %. Raskaat ajoneuvot noudattivat nopeusrajoitusta kevyitä paremmin, varsinkin Helsingin suuntaan ajettaessa.

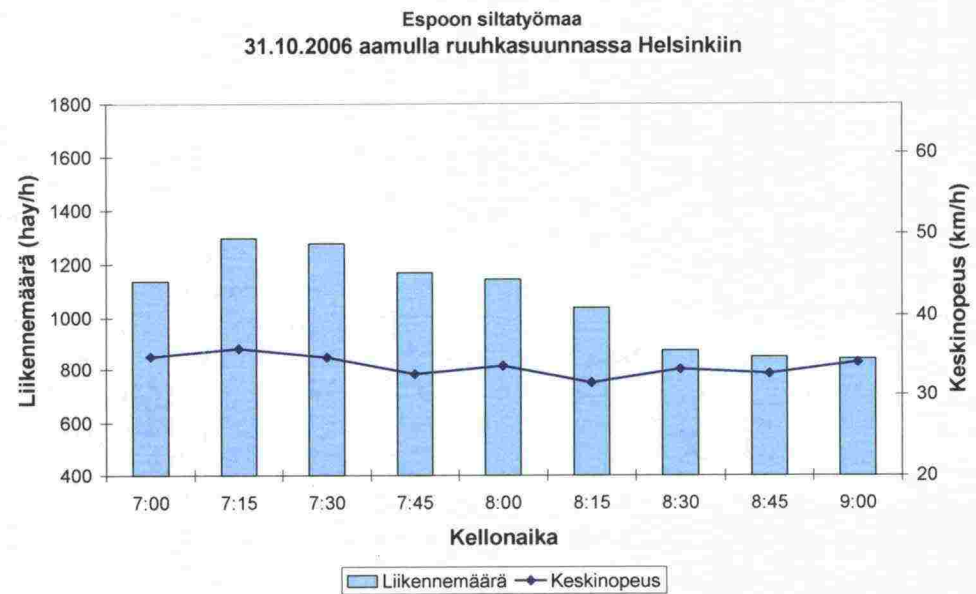
Taulukko 17. Nopeusrajoituksen ylittäneiden osuus Espoon siltatyömaalla eri mitauspäivinä.

Pvm ja suunta	Kevyet (%)	Raskaat (%)	Yhteensä (%)	Nopeus- rajoitus (km/h)
30.10.2006 Knummelle	71,5	62,1	69,8	30, työmaa
31.10.2006 Helsinkiin	74,7	14,2	67,6	30, työmaa

Kuvissa 33–34 on vielä havainnollistettu liikennemäärän ja keskinopeuden vaihtelua ajanjaksoittain. Liikennemäärällä ei näyttäisi juurikaan olevan vaikutusta keskinopeuksiin.



Kuva 33. Liikennemäärät ja keskinopeudet Espoon siltatyömaalla 30.10.2006.



Kuva 34. Liikennemäärät ja keskinopeudet Nurmijärven siltatyömaalla 31.10.2006.



### 4.3 Analysaattoriautomittauksettyöm silaalla

#### 4.3.1 Nurmijärven mittausajojen käsittely

Nurmijärven siltatyömaan mittausajojen nopeusprofiileja esittävissä kuvissa etäisyyden nollakohdaksi on valittu molemmissa tutkimussuunnissa työmaan alkukohta, eli poikkileikkaus, jossa on 50 km/h -nopeusrajoitusmerkki ja sen yläpuolella työmaasta varoitava liikennemerkki. Mittausajoista on laskettu nopeuksien keskiarvot työmaan aikaisten nopeusrajoitusmerkkien ja sillalla olleiden sulkuaitojen kohdalta. Lisäksi nopeuskeskiarvot on laskettu poikkileikkauksissa 500 metriä ennen työmaan alkukohtaa ja 500 metriä työmaan päättymisen jälkeen. Työmaa katsottiin päättyvän siihen kohtaan, jossa nopeusrajoitus muuttui jälleen 60 km/h:ssa. Työmaan valmistumisen jälkeen tehtyjen mittausajojen tulokset on esitetty samassa koordinaatistossa.

Mittausautolla lähdettiin seuraamaan pääasiassa vain kevyitä ajoneuvoja. Yhden kerran seurattavana oli kuitenkin linja-auto ja yhden kerran kuorma-auto. Näiden nopeudet eivät poikenneet muista havainnoista, joten ne on otettu mukaan tuloksiin. Ruuhkaisimpana aikana työmaasta aiheutuva jono ulottui kääntöpaikalle asti. Yhdessä mittausajossa edempänä jonossa ollut täysperävaunullinen kuorma-auto jäi sillan jälkeen tulevassa ylämäessä selvästi jälkeen jonosta, joten tämä ajo on merkitty kuvaan erikseen vihreällä viivalla. Muilla kerroilla, kun jonossa oli edempänä raskas ajoneuvo, vastaavaa selvää hidastusta ei tapahtunut.

Mikäli se ajoneuvo, jota oli lähdetty seuraamaan mittausautolla, kääntyi sivutielle, eikä muita ajoneuvoja ollut lähellä edessä, nopeusprofiileja esittävään kuvaan on piirretty mittausajo siihen asti, kunnes seurattava ajoneuvo alkoi hidastaa nopeuttaan. Mikäli seurattava ajoneuvo oli ollut jonossa ennen kääntymistään sivutielle, mittausauto säilytti sijaintinsa jonoon nähden ja mittausajo jatkui. Neljässä tapauksessa seurattava ajoneuvo ei ollut jonossa, mutta kauempana edessä oli ajoneuvo, joka ajettiin kiinni ja tulokset on otettu mukaan siitä lähtien. Neljässä mittausajossa seurattava ajoneuvo ajoi niin suurella nopeudella, että sitä ei saatu kääntöpaikalta lähdettyä heti kiinni. Näissä tapauksissa käyrä alkaa siitä kohdasta, kun seurattava oli ajettu kiinni.

Aamuruuhkan mittauksissa työmaan aikana 14.9.2006 sillan keskialueella oli asfaltointityö käynnissä noin klo 07.20–09.10, jolloin sillalla oli koko ajan vaihteleva määrä työmiehiä ja välillä myös työkoneita. Aamuruuhkan tuloksia esittävissä kuvissa asfaltointityön aikaiset ajot on merkitty mustalla viivalla. Sinisellä viivalla merkittyjen mittausajojen aikana sillalla ei ollut työmiehiä.

Työmaan valmistumisen jälkeen tehtyjen mittausajojen aikana sivuteille kääntyvä liikenne aiheutti häiriötä mittausajoihin. Nämä ajot on merkitty tuloksia esittäviin kuviin punaisella viivalla. Näiden ajojen nopeustietoja ei ole otettu mukaan laskelmiin niiden poikkileikkausten osalta, joissa kääntyvä liikenne aiheutti häiriötä. Työmaan aikana tehdyissä ajoissa sivutielle kääntyvän liikenteen aiheuttamia häiriöitä ei ollut. Kääntyvän liikenteen vähäinen määrä johtui todennäköisesti siitä, että vilkkaimmalle sivutielle, Metsäkyläntielle, suuntaava liikenne oli hakeutunut vaihtoehtoisille reiteille.



### 4.3.2 Nurmijärven mittausajojen tulokset

#### Aamu ruuhkasuuntaan

Mittausajojen nopeusprofiilit työmaan aikana sekä työmaan valmistumisen jälkeen aamulla ruuhkasuuntaan, eli Helsingin suuntaan, on esitetty *kuvassa 35*. Nopeuksien keskiarvot eri poikkileikkauksissa ovat *taulukossa 18*.

Työmaan aikana aamulla Helsingin suuntaan aamun ensimmäisen mittausajon alkaessa 14.9.2006 klo 06.44 alle 30 km/h etenevä jono ulottui kääntöpaikalle asti, eli noin 1 km:n etäisyydelle työmaasta. Tällöin sillalla ei ollut vielä työmiehiä töissä ja tätä ajoa vastaava käyrä *kuvassa 35* on alimmainen vaaleansininen käyrä. Seuraavissa kahdessa mittausajossa jono oli huomattavasti lyhyempi, klo 06.55 alkaneessa ajossa nopeus laski alle 50 km/h:ssa noin 100 m ja klo 07.06 alkaneessa ajossa noin 150 m ennen työmaata. Näidenkään ajojen aikana sillalla ei ollut vielä työmiehiä. Ruuhkaisin aika oli seuraavien, klo 07.26–08.16 alkaneen viiden mittausajon aikana, jolloin nopeudella 10–20 km/h etenevä jono ulottui yli 350 m etäisyydelle työmaasta ja ajoittain kääntöpaikalle asti. Tänä aikana sillalla oli työmiehiä töissä. Klo 08.27 jälkeen ei havaittu enää yhtä pitkiä jonoja, nopeus laski alle 50 km/h:ssa aikaisintaan noin 150 m ennen työmaata. Työmiehet poistuivat sillalta noin klo 09.05, jonka jälkeen tehtiin vielä kaksi mittausajoa, siniset käyrät *kuvassa 35*. Nopeudet jakautuivat liikennetilanteesta riippuvaisesti melko selvästi kahteen joukkoon ennen työmaata, joten *taulukkoon 18* lasketut nopeuksien keskiarvot siltää edeltävissä poikkileikkauksissa eivät vastaa ruuhkautuneita eivätkä vapaampia olosuhteita, vaan ovat siltä väliltä.

*Taulukko 18. Ajoanalysoitua auton nopeustiedot Nurmijärvellä aamulla ruuhkasuuntaan, eli Helsingin suuntaan, siltatyömaan aikana sekä työmaan valmistumisen jälkeen.*

Poikkileikkaus työmaan aikaisten merkkien mukaan	Etäisyys työmaan aikaisesta 50 km/h- merkistä (m)	Nopeusrajoitus (km/h)		Nopeuksien keskiarvo (km/h)		Havaintojen lkm	
		Työ- maa	Ei työ- maata	Työ- maa	Ei työ- maata	Työ- maa	Ei työ- maata
500 m ennen 50 km/h-merkkiä	- 500	60	60	43,89	57,76	14	13
50 km/h alkaa	0	50	60	32,63	63,17	14	15
30 km/h alkaa	81	30	60	30,53	62,76	14	15
Oman ajosuunnan sulkuaita sillalla	247	30	60	16,87	61,51	14	12
Vastakkaisen ajosuunnan sulkuaita sillalla	300	30	60	26,77	61,44	14	12
60 km/h alkaa	480	60	60	58,43	65,93	14	16
500 m 60 km/h- merkin jälkeen	980	60	60	60,62	64,68	14	16

Työmaan valmistumisen jälkeen tehdyissä mittausajoissa nopeus vaihteli aamuruuhkassa Helsingin suuntaan pääasiassa 50–80 km/h (kuva 35). Ne mittausajot, joissa sivutielle kääntyvä liikenne aiheutti häiriötä (punaiset käyrät), on otettu mukaan taulukossa 18 oleviin keskiarvoihin vain niissä poikkileikkauksissa, joissa häiriötä ei ollut.

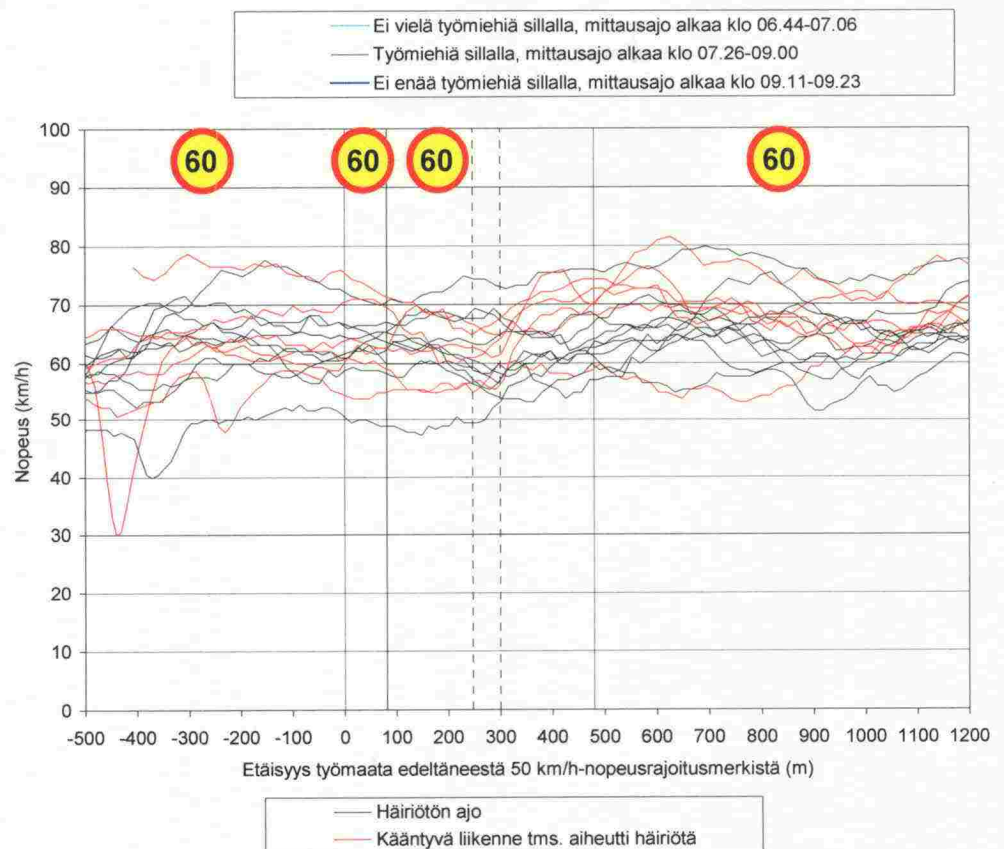
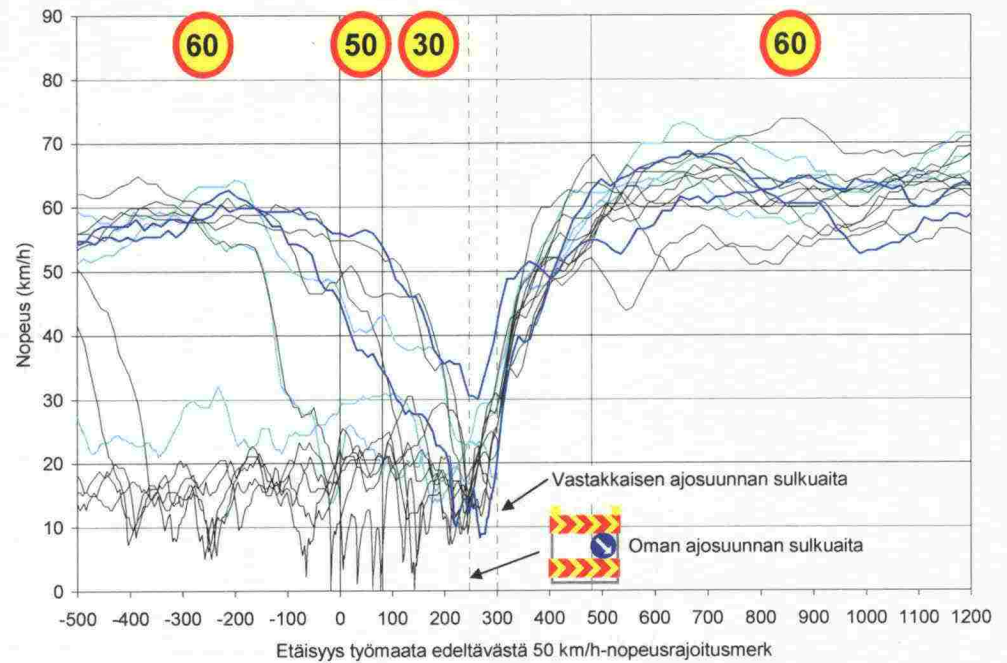
Työmaan aikana aamuruuhkassa Helsingin suuntaan nopeus oli 500 m ennen työmaata olevassa poikkileikkauksessa melko vapaissa olosuhteissa keskimäärin 56 km/h (8 ylintä käyrää kuvasta 35, joissa jonon nopeus laski alle 50 km/h:ssa aikaisintaan 150 m ennen työmaata). Ajosuunnan ruuhkautuessa nopeudet olivat alimmillaan noin 15 km/h, keskimäärin nopeus oli 44 km/h. Työmaan valmistumisen jälkeen samassa kohdassa ajettiin keskimäärin nopeudella 58 km/h.

Työmaan alkamiskohdassa, jossa oli 50 km/h-nopeusrajoitusmerkki, ajettiin työmaan aikana nopeudella 45–56 km/h (keskimäärin 50 km/h), jos ei oltu hitaasti etenevässä jonossa. Puolella näistä kuudesta ajosta nopeus oli yli 50 km/h. Ruuhkautuneissa olosuhteissa nopeudet olivat alimmillaan noin 10 km/h. Kaikkien mittausajojen nopeuksien keskiarvo oli tässä poikkileikkauksessa 33 km/h. Työmaan valmistumisen jälkeen ajettiin keskimäärin nopeudella 63 km/h.

Työmaan aikana kaikki ne kuljettajat (N=6), jotka eivät olleet hitaasti etenevässä jonossa jo ennen työmaata, ajoivat ylinopeutta poikkileikkauksessa, jossa oli 30 km/h-nopeusrajoitusmerkki. Nopeudet olivat 35–54 km/h, kahdessa tapauksessa nopeus oli yli 50 km/h. Kaikkien mittausajojen nopeuksien keskiarvo oli 31 km/h. Nopeudet pienenivät 30 km/h-rajoitusmerkin jälkeen ja sillalla olevan sulkuaidan kohdalla ylinopeutta ei ajettu, nopeus oli keskimäärin 17 km/h. Nopeudet lähtivät kasvamaan heti sulkuaidan jälkeen ja vastakkaisen ajosuunnan sulkuaidan kohdalla keskimääräinen nopeus oli 27 km/h ja suurin havaittu nopeus 42 km/h. Sillan jälkeen kiihdytettiin reippaasti eikä yksikään kuljettajista malttanut ajaa rajoituksen mukaista 30 km/h nopeutta seuraavalle 60 km/h-nopeusrajoitusmerkille asti, vaan merkin kohdalla keskimääräinen nopeus oli jo 58 km/h. Puoli kilometriä 60 km/h-nopeusrajoitusmerkin jälkeen nopeus oli keskimäärin 61 km/h.

Työmaan valmistumisen jälkeen kuljettajat ajoivat keskimäärin nopeudella 63 km/h siinä poikkileikkauksessa, jossa oli työmaan aikana 30 km/h-nopeusrajoitusmerkki. Sillalla ajettiin keskimäärin nopeudella 62 km/h ja 61 km/h niissä poikkileikkauksissa, joissa oli työmaan aikana sulkuaidat. Kohdassa, jossa työmaan aikainen 30 km/h-nopeusrajoitus vaihtui 60 km/h-nopeusrajoitukseen, ajettiin työmaan valmistumisen jälkeen keskimäärin nopeudella 66 km/h ja 500 m kauempana nopeudella 65 km/h.





Kuva 35. Analysaattoriauton nopeus ajettaessa Nurmijärvellä aamulla liikennevirran mukana ruuhkasuuntaan, eli Helsingin suuntaan, siltatyömaan aikana 14.9.2006 (ylempi kuva) sekä työmaan valmistumisen jälkeen 19.10.2006 (alempi kuva).



**Ilta ruuhkasuuntaan**

Ilta ruuhkan mittausajot ruuhkasuuntaan, eli Klaukkalan suuntaan, on piirretty kuvaan 36, nopeuksien keskiarvot ovat taulukossa 19. Työmaan aikana tehdyissä mittausajoissa sillalla ei ollut työmiehiä töissä, toisin kuin aamuruuhkan mittauksissa.

Kuvasta 36 nähdään, että työmaan aikana iltaruuhkassa Klaukkalan suuntaan mittausajot jakautuivat nopeuksien perusteella selvästi kahteen joukkoon työmaata edeltävissä poikkileikkauksissa, kuten aamuruuhkan aikana Helsingin suuntaankin. Taulukossa 19 olevat nopeuskeskiarvot kuvaavat näissä poikkileikkauksissa siten ruuhkaisimman ajan ja vähäliikenteisimmän ajan välimaastoa.

Työmaan aikana illalla ruuhkasuuntaan kolmessa mittausajossa hitaasti (20–30 km/h) etenevä jono ulottui yli 500 m etäisyydelle työmaasta. Nämä ajot alkoivat klo 16.31–17.06 ja niissä nopeus laski alle 50 km/h:ssa 800–950 m ennen työmaata. Tänä aikana poikkeuksen muodosti kuitenkin klo 16.42 alkanut mittausajo, jossa nopeus laski alle 50 km/h:ssa vasta noin 40 m ennen työmaata. Ruuhkaisimman ajan jälkeen klo 17.19 tehdyssä ajossa nopeus laski alle 50 km/h:ssa noin 200 m ennen työmaata ja tämän jälkeen tehdyissä ajoissa vasta 50 km/h-nopeusrajoitusmerkin jälkeen.

Työmaan valmistumisen jälkeen tehdyissä mittausajoissa nopeudet olivat iltaruuhkassa Klaukkalan suuntaan pääasiassa 50–80 km/h, kuten aamuruuhkassa Helsingin suuntaankin. Sivutielle kääntyvä liikenne aiheutti iltaruuhkassa häiriötä usean mittausajon aikana. Taulukkoon 19 laskettuihin keskiarvoihin nämä ajot on otettu mukaan vain niissä poikkileikkauksissa, joissa häiriötä ei ollut.

*Taulukko 19. Ajoanalysaattoriauton nopeustiedot Nurmijärvellä illalla ruuhkasuuntaan, eli Klaukkalan suuntaan, siltatyömaan aikana sekä työmaan valmistumisen jälkeen.*

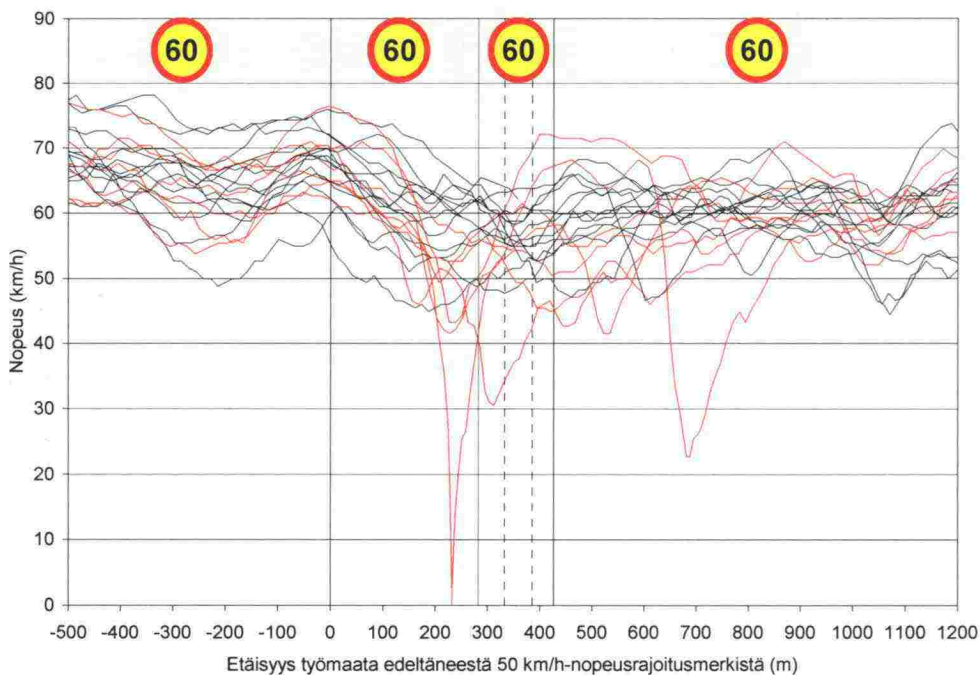
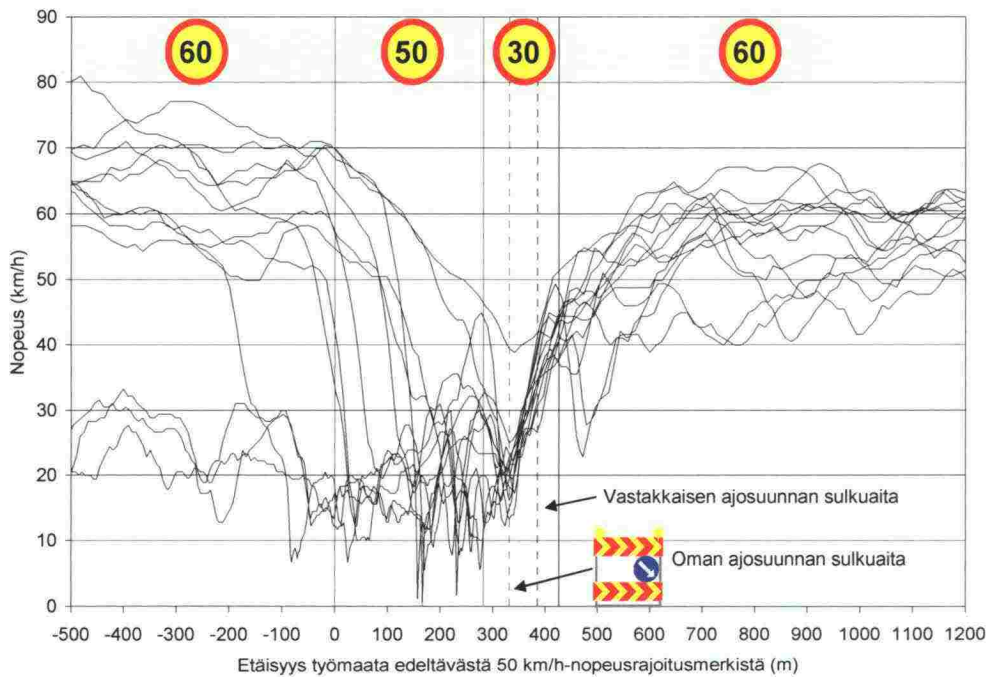
Poikkileikkaus työmaan aikaisten merkkien mukaan	Etäisyys työmaan aikaisesta 50 km/h- merkistä (m)	Nopeusrajoitus (km/h)		Nopeuksien kes- kiarvo (km/h)		Havaintojen lkm	
		Työ- maa	Ei työ- maata	Työ- maa	Ei työ- maata	Työ- maa	Ei työ- maata
500 m ennen 50 km/h-merkkiä	- 500	60	60	55,64	68,86	12	19
50 km/h alkaa	0	50	60	44,53	67,41	13	19
30 km/h alkaa	282	30	60	26,94	58,64	13	14
Oman ajosuunnan sulkuaita sillalla	332	30	60	21,24	57,10	13	15
Vastakkaisen ajosuunnan sulkuaita sillalla	385	30	60	35,35	57,98	13	16
60 km/h alkaa	426	60	60	42,77	58,86	13	16
500 m 60 km/h- merkin jälkeen	926	60	60	56,93	60,83	13	17

Poikkileikkauksessa, joka sijaitsee 500 m ennen työmaata, nopeus oli iltaruuhkassa Klaukkalan suuntaan työmaan aikana melko vapaissa olosuhteissa keskimäärin 67 km/h (9 ylintä käyrää kuvasta 36, joissa nopeus laski alle 50 km/h aikaisintaan noin 200 m ennen työmaata). Alimmillaan nopeudet olivat noin 20 km/h. Kaikkien mittausajojen nopeuksien keskiarvo oli 56 km/h. Työmaan valmistumisen jälkeen nopeus oli samassa kohdassa keskimäärin 69 km/h.

Työmaan aikana kaikissa niissä mittausajoissa, joissa ei jouduttu hidastamaan jonon vuoksi ennen 50 km/h-nopeusrajoitusmerkkiä, seurattava kuljettaja ajoi selvästi ylinopeutta merkin kohdalla. Nopeudet olivat 55–70 km/h (keskimäärin 63 km/h). Kaikkien mittausajojen nopeuksien keskiarvo oli 45 km/h. Työmaan valmistumisen jälkeen ajettiin keskimäärin nopeudella 67 km/h, eli nopeudet olivat työmaan aikana vapaissa olosuhteissa vain hieman tätä alhaisempia.

Poikkileikkauksessa, jossa oli 30 km/h-nopeusrajoitusmerkki, ajettiin työmaan aikana keskimäärin nopeudella 27 km/h, nopeudet olivat 11–46 km/h. Ylinopeutta ajoi neljä kuljettajaa 13:sta. Sillalla olevan sulkuaidan kohdalla ylinopeutta ajoi vain iltamittauksen viimeinen kuljettaja, jota oli lähdetty seuraamaan klo 17.42. Nopeuksien keskiarvo oli sulkuaidan kohdalla 21 km/h. Sulkuaidan jälkeen nopeudet alkoivat kasvaa ja vastakkaisen ajosuunnan sulkuaidan kohdalla nopeus oli keskimäärin 35 km/h. Nopeusrajoitus vaihtui 60 km/h:ssa lähes heti (41 m) vastakkaisen ajosuunnan sulkuaidan jälkeen ja merkin kohdalla nopeuksien keskiarvo oli 43 km/h. Puoli kilometriä 60 km/h-nopeusrajoitusmerkin jälkeen keskimääräinen nopeus oli 57 km/h.

Työmaan valmistumisen jälkeen tehdyissä mittauksissa nopeus oli keskimäärin 59 km/h siinä poikkileikkauksessa, jossa oli työmaan aikana 30 km/h-nopeusrajoitusmerkki. Sillalla nopeudet olivat keskimäärin 57 km/h ja 58 km/h niissä kohdissa, joissa oli sulkuaidat työmaan aikana. Siinä poikkileikkauksessa, jossa työmaan aikainen 30 km/h-rajoitus vaihtui 60 km/h-rajoitukseen, ajettiin työmaan valmistumisen jälkeen keskimäärin nopeudella 59 km/h ja 500 m kauempana nopeudella 61 km/h.



Kuva 36. *Analysaattoriauton nopeus ajettaessa Nurmijärvellä illalla liikennevirran mukana ruuhkasuuntaan, eli Klaukkalan suuntaan, siltatyömaan aikana 13.9.2006 (ylempi kuva) sekä työmaan valmistumisen jälkeen 18.10.2006 (alempi kuva).*



### Aamu ruuhkasuuntaa vastaan

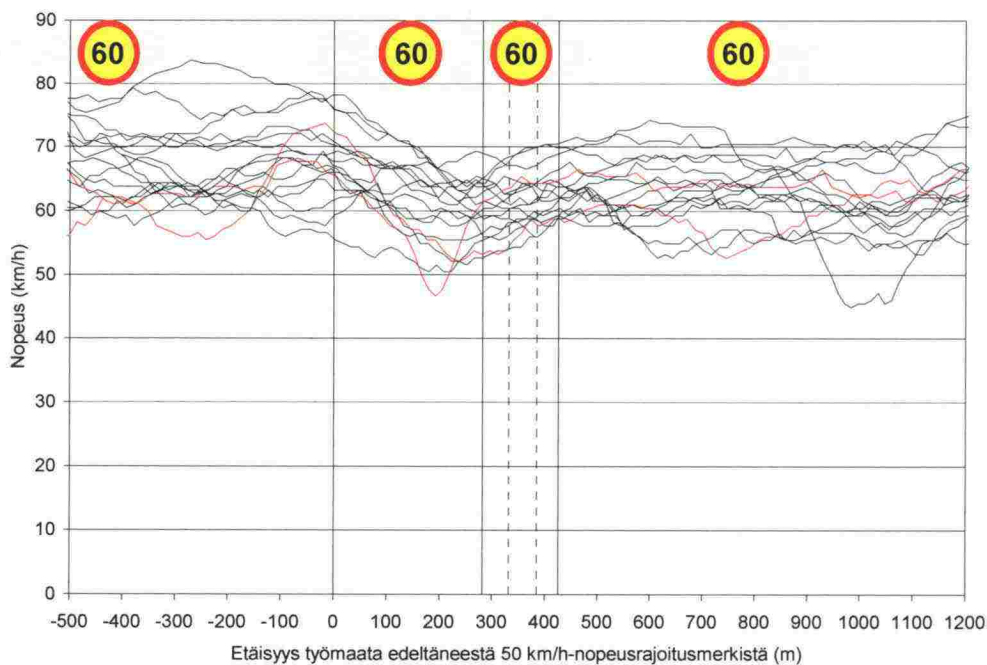
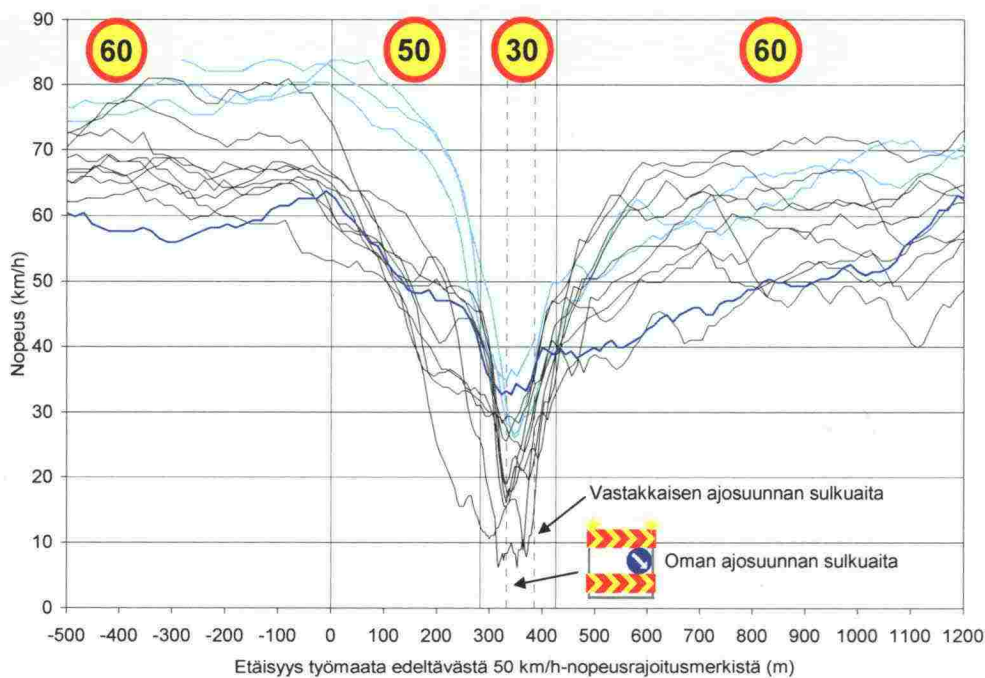
Mittausajojen tulokset aamulla ruuhkasuuntaa vastaan, eli Klaukkalan suuntaan, on esitetty kuvassa 37 ja taulukossa 20. Työmaan aikana tehdyissä mittausajoissa sillalla oli lähes koko ajan työmiehiä töissä. Kolme ensimmäistä ajoa tehtiin ennen töiden alkamista ja nämä on merkitty kuvaan 37 vaaleansinisellä käyrällä. Aamun viimeinen mittausajo alkoi klo 09.17, jolloin työmiehet olivat jo poistuneet sillalta. Tämä ajo on merkitty sinisellä käyrällä. Työmaan valmistumisen jälkeen sivutielle kääntyvä liikenne aiheutti häiriötä kahdella mittauskerralla. Nämä ajot on merkitty kuvaan 37 punaisella käyrällä ja ne otettu mukaan keskiarvotuloksiin vain niissä poikkileikkauksissa, jossa häiriötä ei ollut.

Taulukko 20. Ajoanalysointiauton nopeustiedot Nurmijärvellä aamulla ruuhkasuuntaa vastaan, eli Klaukkalan suuntaan, siltatyömaan aikana sekä työmaan valmistumisen jälkeen.

Poikkileikkaus työmaan aikaisten merkkien mukaan	Etäisyys työmaan aikaisesta 50 km/h- merkistä (m)	Nopeusrajoitus (km/h)		Nopeuksien keskiarvo (km/h)		Havaintojen lkm	
		Työ- maa	Ei työ- maata	Työ- maa	Ei työ- maata	Työ- maa	Ei työ- maata
500 m ennen 50 km/h-merkkiä	- 500	60	60	68,50	67,87	12	16
50 km/h alkaa	0	50	60	67,54	67,72	13	17
30 km/h alkaa	282	30	60	37,46	60,51	13	16
Oman ajosuunnan sulkuaita sillalla	332	30	60	23,28	61,25	13	17
Vastakkaisen ajosuunnan sulkuaita sillalla	385	30	60	30,98	62,52	13	16
60 km/h alkaa	426	60	60	41,06	63,44	12	16
500 m 60 km/h- merkin jälkeen	926	60	60	59,53	62,46	12	16

Työmaan aikana ajettiin keskimäärin nopeudella 68 km/h poikkileikkauksessa, joka oli 500 m ennen työmaata. Myös työmaan valmistumisen jälkeen keskimääräinen nopeus oli tässä poikkileikkauksessa 68 km/h.

Työmaata edeltäneen 50 km/h-nopeusrajoitusmerkin kohdalla kaikki seurattavat kuljettajat ajoivat ylinopeutta. Nopeudet olivat 53–84 km/h, keskimäärin ajettiin nopeudella 67 km/h. Huomionarvoista tuloksissa on se, että suurimmat nopeudet (80–84 km/h) havaittiin aamun kolmen ensimmäisen ajon aikana, jolloin sillalla ei vielä ollut työmiehiä. Työmaan valmistumisen jälkeen samassa kohdassa ajettiin keskimäärin nopeudella 68 km/h ja nopeudet olivat 56–78 km/h.



Kuva 37. Analysaattoriauton nopeus ajettaessa Nurmijärvellä aamulla liikennevirran mukana ruuhkasuuntaa vastaan, eli Klaukkalan suuntaan, silta-työmaan aikana 14.9.2006 (ylempi kuva) sekä työmaan valmistumisen jälkeen 19.10.2006 (alempi kuva).

Työmaan aikana 50 km/h-nopeusrajoitusmerkin jälkeen nopeudet laskivat ja 30 km/h-rajoitusmerkin kohdalla nopeudet olivat 13–53 km/h, keskimäärin ajettiin nopeudella 37 km/h. Nopeusrajoitusmerkkien välissä aamun kolme



ensimmäistä mittausajoa erottuvat selvästi muista mittausajoista suuremman nopeustason vuoksi. Näissä ajoissa nopeus oli 30 km/h-merkin kohdalla 42–53 km/h. Sillalla olevan sulkuidan kohdalla ajettiin keskimäärin nopeudella 23 km/h, nopeusrajoituksen ylitti kaksi kuljettajaa. Sulkuidan jälkeen nopeudet nousivat ja vastakkaisen ajosuunnan sulkuidan kohdalla ajettiin keskimäärin nopeudella 31 km/h. Kohdassa, jossa nopeusrajoitus vaihtui 60 km/h:ssa, ajettiin keskimääri nopeudella 41 km/h ja 500 m kauempana nopeudella 60 km/h.

Työmaan valmistumisen jälkeen keskimääräinen nopeus oli 61 km/h siinä poikkileikkauksessa, jossa oli työmaan aikana 30 km/h-rajoitusmerkki. Sillalla nopeus oli keskimäärin 61 km/h ja 63 km/h kohdissa, joissa oli sulkuidat työmaan aikana. Sillan jälkeen ajettiin keskimäärin nopeudella 63 km/h siinä poikkileikkauksessa, jossa työmaan aikana 30 km/h-rajoitus oli vaihtunut 60 km/h rajoitukseen ja 500 m kauempana ajettiin keskimäärin nopeudella 62 km/h.

### Ilta ruuhkasuuntaa vastaan

Illalla ruuhkasuuntaa vastaan, eli Helsingin suuntaan, ajettiin kuvassa 38 olevien käyrien mukaisesti. Nopeuksien keskiarvot eri poikkileikkauksissa on esitetty taulukossa 21. Työmaan aikana yhdessä mittausajossa kauempana edellä jonossa ollut täysperävaunullinen kuorma-auto jäi sillan jälkeen tulevassa ylämäessä selvästi jonosta jälkeen. Tämä mittausajo on merkitty vihreällä käyrällä ja sitä ei ole otettu mukaan laskettaessa keskiarvoja sillan jälkeen. Työmaan valmistumisen jälkeen tehdyissä mittausajoissa kääntyvä liikenne aiheutti häiriötä kolmen ajon aikana. Nämä ajot on merkitty punaisella käyrällä ja ne on otettu mukaan keskiarvotuloksiin vain niissä poikkileikkauksissa, joissa häiriötä ei ollut.

Taulukko 21. Ajoanalysaattoriauton nopeustiedot Nurmijärvellä illalla ruuhkasuuntaa vastaan, eli Helsingin suuntaan, siltatyömaan aikana sekä työmaan valmistumisen jälkeen.

Poikkileikkaus työmaan aikaisten merkkien mukaan	Etäisyys työmaan aikaisesta 50 km/h- merkistä (m)	Nopeusrajoitus (km/h)		Nopeuksien keskiarvo (km/h)		Havaintojen lkm	
		Työ- maa	Ei työ- maata	Työ- maa	Ei työ- maata	Työ- maa	Ei työ- maata
500 m ennen 50 km/h-merkkiä	- 500	60	60	64,10	59,57	11	16
50 km/h alkaa	0	50	60	61,36	69,54	11	17
30 km/h alkaa	81	30	60	55,44	71,09	11	17
Oman ajosuunnan sulkuaita sillalla	247	30	60	25,92	68,47	12	15
Vastakkaisen ajosuunnan sulkuaita sillalla	300	30	60	33,09	67,71	12	15
60 km/h alkaa	480	60	60	66,10	67,74	8*	17
500 m 60 km/h- merkin jälkeen	980	60	60	66,39	62,32	8*	16

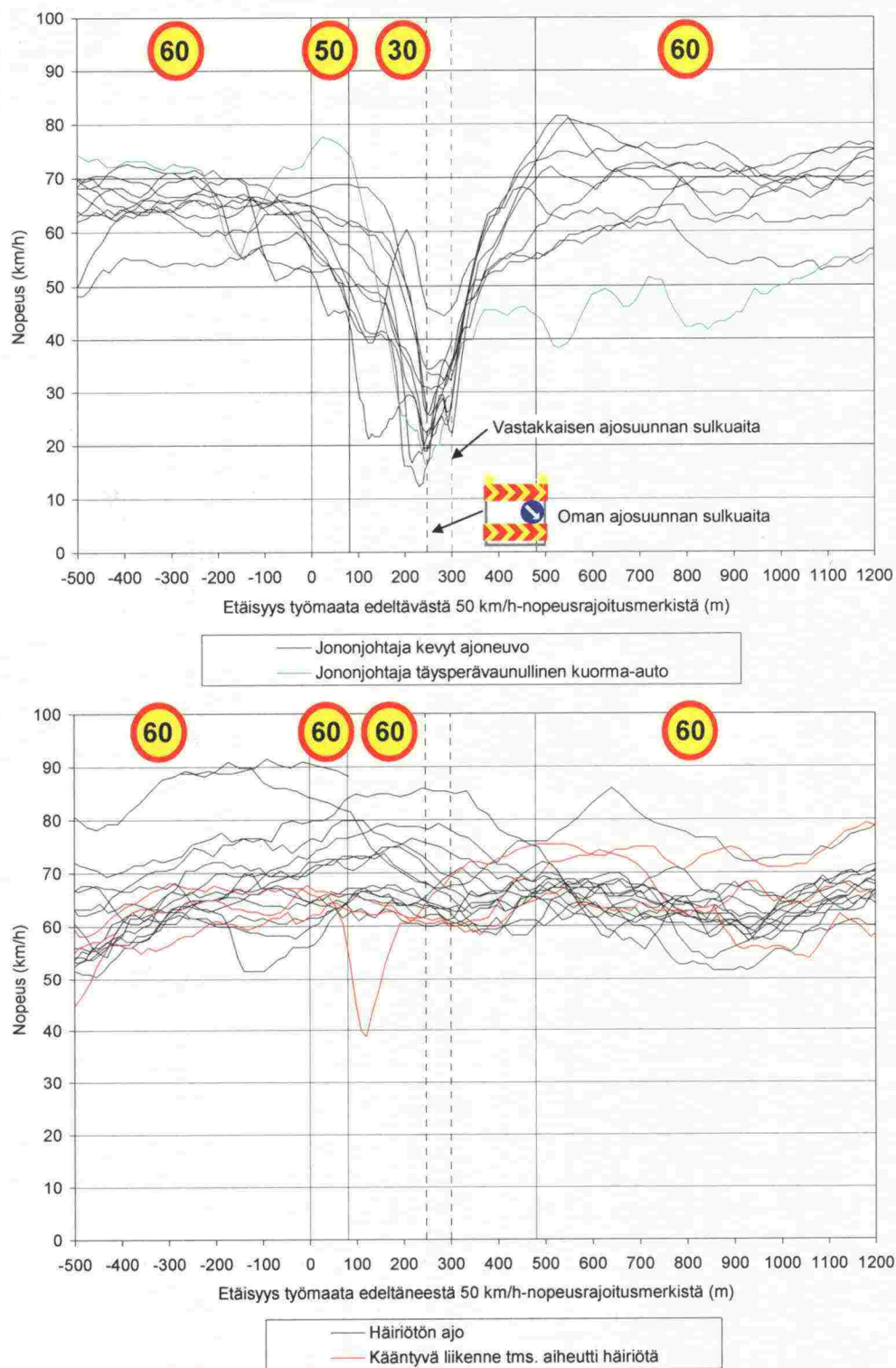
\*Vihreä käyrä kuvasta x ei ole mukana nopeustiedoissa



Työmaan aikana nopeus oli 500 m ennen työmaata olevassa poikkileikkauksessa keskimäärin 64 km/h, yksittäisissä ajoissa se oli 48–74 km/h. Työmaan valmistumisen jälkeen samassa kohdassa ajettiin keskimäärin nopeudella 60 km/h (45–81 km/h).

Työmaan alkukohdassa olevan 50 km/h-nopeusrajoitusmerkin kohdalla kaikki seurattavat kuljettajat ajoivat ylinopeutta. Nopeudet olivat 53–75 km/h, keskimäärin ajettiin nopeudella 61 km/h. Merkin jälkeen nopeudet laskivat, mutta 30 km/h-nopeusrajoitusmerkin kohdalla ajettiin vielä reipasta ylinopeutta (43–74 km/h), keskimäärin nopeus oli 55 km/h. Sillalla olevalle sulkuaidalle tultaessa nopeudet kuitenkin laskivat selvästi ja aidan kohdalla ajettiin keskimäärin nopeudella 26 km/h (16–46 km/h). Vastakkaisen ajosuunnan sulkuaidan kohdalla keskimääräinen nopeus oli 33 km/h. Sillan jälkeen yksikään kuljettajista ei malttanut ajaa rajoituksen mukaan ja 60 km/h-nopeusrajoitusmerkin kohdalla keskimääräinen nopeus oli jo 66 km/h. Tällä nopeudella ajettiin myös 500 m nopeusrajoitusmerkin jälkeen olevassa poikkileikkauksessa.

Työmaan valmistumisen jälkeen ajettiin keskimäärin nopeudella 70 km/h ja 71 km/h niissä poikkileikkauksissa, joissa oli työmaan aikana 50 km/h- ja 30 km/h -nopeusrajoitusmerkit. Nopeudet olivat 62–91 km/h, suurimmalla nopeudella ajanut kuljettaja kääntyi sivutielle juuri ennen siltaa. Sillalla ajettiin keskimäärin nopeudella 68 km/h molemmissa poikkileikkauksissa, joissa oli työmaan aikana sulkuaidat. Yksittäisten ajojen nopeudet olivat noin 60–85 km/h. Keskimääräinen nopeus oli 68 km/h myös siinä kohdassa, jossa oli työmaan aikana 60 km/h -rajoitusmerkki, 500 m kauempana se oli hieman alhaisempi, 62 km/h.



Kuva 38.

Analysaattoriauton nopeus ajettaessa Nurmijärvellä illalla liikennevirran mukana ruuhkasuuntaa vastaan, eli Helsingin suuntaan, siltatyömaan aikana 14.9.2006 (ylempi kuva) sekä työmaan valmistumisen jälkeen 19.10.2006 (alempi kuva).



### 4.3.3 Espoon mittausajojen käsittely

Espoon mittausajoja esittävässä kuvassa etäisyyden nollakohdaksi on valittu molemmissa tutkimussuunnissa siltatyömaan alkukohta, jossa oli 60 km/h-nopeusrajoitusmerkki. Merkin päällä oli työmaasta varoittava liikennemerkki. Mittausajoista on laskettu nopeuksien keskiarvot työmaan aikaisten nopeusrajoitusmerkkien ja sulkuaitojen kohdalta sekä 500 m työmaan päättymiskohdassa olevan 80 km/h-nopeusrajoitusmerkin jälkeen. Mittausajoissa länteen, eli Kirkkonummen suuntaan, nopeuksien keskiarvo laskettiin myös 500 m ennen työmaata olevassa poikkileikkauksessa. Itään, eli Helsingin suuntaan, ajettaessa kääntöpaikkana ollut Kauklahden liittymä oli melko lähellä työmaata. Liittymän kiihdytyskaista kehä III:lle päättyi noin 400 m ennen työmaata. Tämän vuoksi Helsingin suunnassa työmaata edeltävää nopeatasoa on tarkasteltu 300 m ennen työmaata olevassa poikkileikkauksessa.

Mittausajoissa seurattavana oli lähinnä kevyitä ajoneuvoja. Kolmessa ajossa seurattava oli kuorma-auto ja kolmessa perävaunullinen kuorma-auto, joista yksi oli autojenkuljetusrekka. Lisäksi yhdessä ajossa jonon ensimmäisenä ajoi autojenkuljetusrekka. Nämä ajot on merkitty kuviin vihreällä tai vaaleansinisellä viivalla. Yhden mittausajon aikana sillalla oli työmiehiä ja tämä ajo on merkitty sinisellä viivalla.

Siltatyömaan välittömässä läheisyydessä ei ollut sivutien liittymiä, joista olisi aiheutunut mittauksiin häiriötä. Kahdessa Kirkkonummen suunnan mittausajossa seurattava ajoneuvo ajoi noin 750 m ennen työmaata olevasta Mynttilän eritasoliittymästä pois kehätieltä ja mittausauto joutui ajamaan kauempana edellä ajaneen ajoneuvon kiinni. Nämä ajot on otettu mukaan tuloksiin vasta siitä asti, kun uusi seurattava oli ajettu kiinni. Lisäksi yhteensä viidessä mittausajossa (yksi Kirkkonummen suuntaan, neljä Helsingin suuntaan) seurattava ajoi niin suurella nopeudella, että sitä ei saatu kääntöpaikalta lähdettyä heti kiinni. Myös nämä ajot on otettu mukaan vasta siitä hetkestä, kun seurattava ajoneuvo oli ajettu kiinni.

### 4.3.4 Espoon mittausajojen tulokset

#### Itään eli Helsingin suuntaan

Mittausajojen nopeusprofiilit Helsingin suuntaan ajettaessa on esitetty kuvassa 39. Ylemmässä kuvassa on tulokset aamun 30.10.2006 mittauksista, jolloin ruuhkasuunta oli Helsinkiin päin. Alemmassa kuvassa on tulokset illan 31.10.2006 mittauksista, jolloin Helsingin suunta oli ruuhkasuuntaa vastaan. Nopeuksien keskiarvot Helsingin suunnan mittausajoista ovat taulukossa 22.

Aamun mittauksista erottuu selvästi klo 06.53 alkanut mittausajo, jolloin seurattava henkilöauton kuljettaja ajoi huomattavaa ylinopeutta, 30 km/h-nopeusrajoitusmerkin kohdalla nopeus oli 80 km/h. Kuljettaja saatiin ajettua kiinni vain hieman ennen tätä, mutta nopeus oli työmaan alkukohdassa olevan 60 km/h-rajoitusmerkin kohdalla todennäköisesti lähellä 90 km/h. Yhden mittausajon aikana aamulla seurattavana oli perävaunullinen kuorma-auto (vihreä käyrä kuvassa 39), joka saatiin kiinni vasta hieman ennen siltaa. Silan jälkeen kuljettaja kiihdytti lähes samaan tapaan kuin kevyiden ajoneuvojen kuljettajat, joten ajo on otettu mukaan nopeuksien keskiarvoihin. Aamun tuloksista voidaan vielä mainita, että klo 08.00 alkaneen mittausajon aikana,



jolloin sillalla oli työmiehiä, seurattava kuljettaja hiljensi nopeuttaan jonkin verran aikaisemmin kuin muut vastaavalla nopeudella siltaa lähestyneet kuljettajat.

Lähes kaikkien mittausajojen aikana nopeus oli aamulla Helsingin suuntaan 300 m ennen työmaata olevassa poikkileikkauksessa selvästi nopeusrajoitusta alhaisempi, pääasiassa 50–70 km/h. Ruuhkaisin hetki oli klo 07.49 alkaneen ajon aikana, jolloin hitaasti etenevä jono ulottui kääntöpaikalle asti ja nopeus oli alle 30 km/h jo kääntöpaikan kiihdytyskaistan kohdalla, eli hieman yli 400 m ennen työmaata. Keskimäärin nopeus oli 300 m ennen työmaata olevassa poikkileikkauksessa 59 km/h.

Työmaan alkukohdassa olevan 60 km/h-nopeusrajoitusmerkin kohdalla ajettiin aamulla Helsingin suuntaan keskimäärin nopeudella 49 km/h. Yksikään kuljettajista ei ajanut ylinopeutta lukuunottamatta edellä mainittua varhaisaamun henkilöautoilijaa (ylin käyrä *kuvassa 39*), jota ei vielä ollut saatu kiinni ja jonka nopeus ei sen vuoksi ole mukana keskiarvossa. Sen sijaan 30 km/h-nopeusrajoitusmerkin kohdalla ylinopeutta ajoivat kaikki seuratut kuljettajat, paitsi se kuljettaja, joka oli ollut hitaasti etenevässä jonossa jo yli 400 m ennen työmaata (alimmainen käyrä *kuvasta 39*). Keskimäärin nopeus oli 30 km/h-rajoitusmerkin kohdalla 46 km/h.

Sillalla olevan oman ajosuunnan sulkuaidan kohdalla nopeus oli aamulla Helsingin suuntaan keskimäärin 26 km/h, ylinopeutta ajoi kaksi kuljettajaa. Vastakkaisen ajosuunnan sulkuaidan kohdalla nopeudet olivat jo kasvaneet ja vain yksi kuljettaja ajoi sallittua nopeutta, keskimäärin ajettiin nopeudella 40 km/h. Sillan jälkeen nopeudet kasvoivat edelleen 30 km/h rajoituksesta huolimatta ja 80 km/h-nopeusrajoitusmerkin kohdalla ajettiin keskimäärin nopeudella 51 km/h. Merkin jälkeen nopeudet kasvoivat maltillisesti ja 500 m etäisyydellä merkistä ajettiin keskimäärin nopeudella 66 km/h.

*Taulukko 22. Ajoanalysointiauton nopeustiedot siltatyömaan aikana Espoossa kehä III:lla itään, eli Helsingin suuntaan aamulla 30.10.2007 sekä illalla 31.10.2006.*

Poikkileikkaus	Etäisyys 50 km/h- merkistä (m)	Nopeus- rajoitus (km/h)	Nopeuksien keskiarvo (km/h)		Havaintojen lkm	
			Aamu	Ilta	Aamu	Ilta
300 m ennen 60 km/h-merkkiä	- 300	80	58,78	67,0	11	10
60 km/h alkaa	0	60	48,53	57,9	12	10
30 km/h alkaa	47	30	46,07	51,3	13	10
Oman ajosuunnan sulkuaita sillalla	139	30	26,44	25,45	14	11
Vastakkaisen ajosuunnan sulkuaita sillalla	230	30	39,73	41,4	14	11
80 km/h alkaa	299	80	51,47	53,4	13	10*
500 m 80 km/h- merkin jälkeen	799	80	65,57	69,2	12	11

\*Alimmainen käyrä (autonkuljetusrekka) *kuvasta x* ei mukana.

Illalla Helsingin suuntaan yhden mittausajon aikana seurattavana oli autojenkuljetusrekka ja yhden kerran sellainen oli jononjohtajana. Nämä ajot on merkitty kuvaan 39 vihreällä käyrällä. Sillan jälkeen toinen rekoista kiihdytti selvästi hitaammin kuin kevyiden ajoneuvojen kuljettajat, eikä sen nopeutta ole otettu mukaan poikkileikkauksessa, jossa on 80 km/h-nopeusrajoitusmerkki. Kauempana kummankaan rekan nopeus ei eronnut enää niin paljon muista havainnoista ja niiden nopeudet on otettu mukaan laskettaessa keskiarvoa poikkileikkauksessa, joka on 500 m etäisyydellä työmaasta.

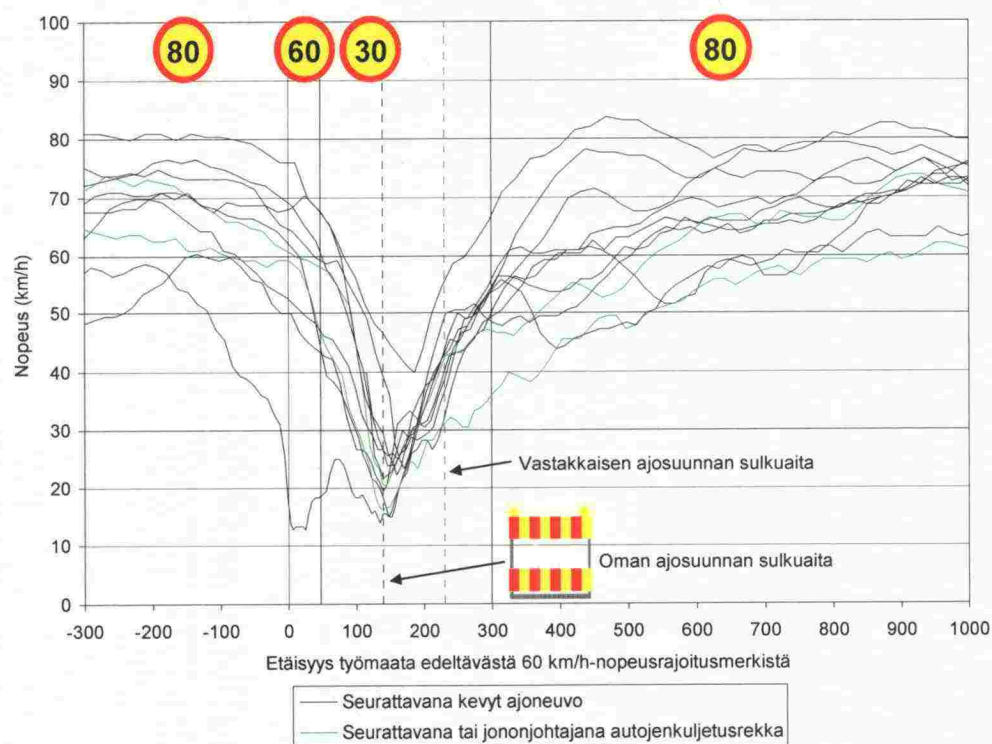
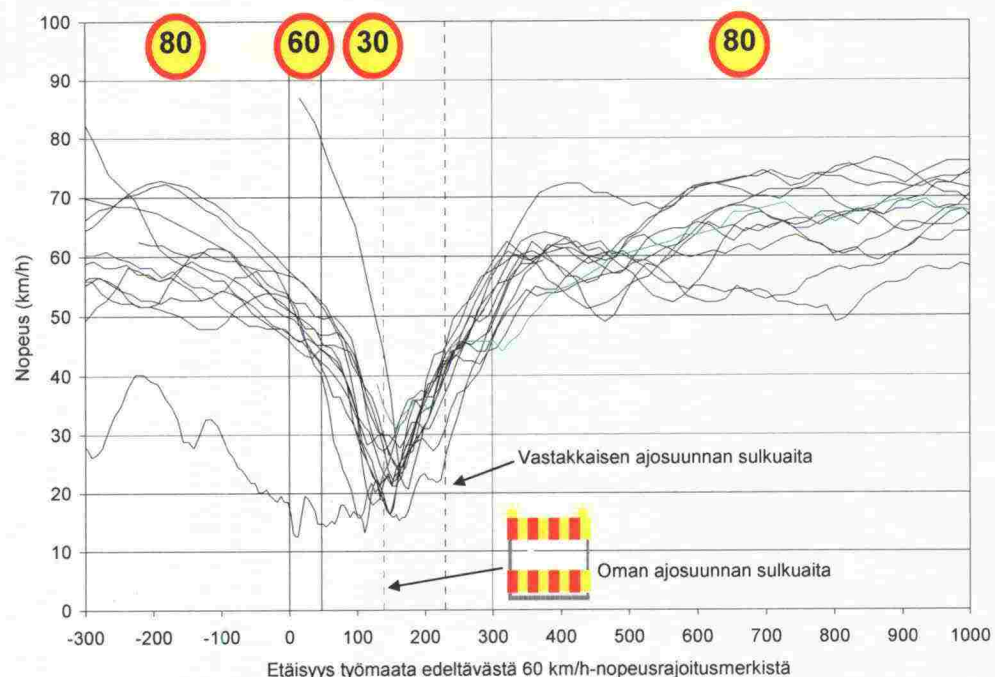
Myös illalla Helsingin suuntaan lähes kaikki kuljettajat ajoivat nopeusrajoitusta alhaisemmalla nopeudella poikkileikkauksessa, joka on 300 m ennen työmaata. Keskimäärin ajettiin nopeudella 67 km/h.

Yhden mittausajon aikana illalla (klo 16.34) nopeus laski alle 30 km/h:ssa jo ennen työmaata. Muiden ajojen aikana 60 km/h-nopeusrajoitusmerkin kohdalla ajettiin keskimäärin nopeudella 63 km/h, kaikkien ajojen keskiarvo oli 58 km/h. Tässä poikkileikkauksessa kaksi kolmasosaa kuljettajista ajoi ylinopeutta ja suurin havaittu nopeus oli 76 km/h.

Illalla kaikki seuratut kuljettajat, paitsi hitaaseen jontoon joutunut kuljettaja, ajoivat ylinopeutta poikkileikkauksessa, jossa oli 30 km/h-rajoitusmerkki. Keskimäärin ajettiin nopeudella 51 km/h ja suurin havaittu nopeus oli 68 km/h. Merkin jälkeen nopeudet laskivat ja sulkuaidan kohdalla ajettiin keskimäärin nopeudella 25 km/h, ylinopeutta ajoi enää kaksi kuljettajaa. Vastakkaisen ajosuunnan sulkuaidan kohdalla kukaan kuljettajista ei malttanut enää ajaa rajoituksen mukaan, keskimääräinen nopeus oli 41 km/h ja suurin havaittu 56 km/h. Tästä nopeudet nousivat edelleen ja 80 km/h-rajoitusmerkin kohdalla ajettiin keskimäärin nopeudella 53 km/h (hitaasti kiihdyttänyt autojenkuljetusrekka ei mukana). Puolen kilometrin etäisyydellä tästä keskimääräinen nopeus oli 69 km/h.

Verrattaessa Helsingin suunnan aamun ja illan mittausajojen tuloksia toisiinsa, voidaan havaita, että illalla keskimääräinen nopeus oli suurempi kuin aamulla kaikissa muissa tarkastelluissa poikkileikkauksissa paitsi oman ajosuunnan sulkuaidan kohdalla. Aamulla nopeus oli sulkuaidan kohdalla keskimäärin 26 km/h ja illalla 25 km/h. Muissa poikkileikkauksissa nopeus oli illalla 1–9 km/h suurempi kuin aamulla. Ero oli suurin poikkileikkauksessa, jossa työmaa alkaa ja jossa on 60 km/h-nopeusrajoitusmerkki.





Kuva 39.

Analysaattoriauton nopeus ajettaessa Espoossa kehä III:lla siltatyömaan aikana liikennevirran mukana itään, eli Helsingin suuntaan, aamulla 30.10.2006 (ylempi kuva) sekä illalla 31.10.2006 (alempi kuva).



**Länteen eli Kirkkonummen suuntaan**

Mittausajojen nopeusprofiilit länteen, eli Kirkkonummen suuntaan, on esitetty kuvassa 40 ja nopeuksien keskiarvot taulukossa 23. Aamulla seurattavana oli kaksi kertaa kuorma-auto, joista toinen kiihdytti työmaan jälkeen selvästi hitaammin kuin muut seurattavat kuljettajat. Tämän kuorma-auton nopeutta ei ole otettu mukaan laskettaessa nopeuksien keskiarvoa työmaan jälkeisessä poikkileikkauksessa, jossa on 80 km/h-nopeusrajoitusmerkki. Kauempana kuorma-auton nopeus ei eronnut enää yhtä selvästi muista ajoneuvoista, joten se otettiin mukaan tuloksiin.

Aamulla Kirkkonummen suuntaan työmaa ei kerännyt pitkiä jonoja, sillä ruuhkasuunta oli Helsinkiin. Ainoastaan kerran, klo 08.18 alkaneen mittausajon aikana, nopeus oli noin 30 km/h jo ennen työmaan alkukohtaa.

Puoli kilometriä ennen työmaata nopeudet olivat aamulla 64–93 km/h, keskimäärin ajettiin nopeudella 79 km/h. Työmaan alkukohdassa olevan 60 km/h-nopeusrajoitusmerkin kohdalla ajettiin keskimäärin nopeudella 64 km/h, kun hitaassa jonossa ollutta ei lasketa mukaan. Kaikkien kuljettajien nopeuksien keskiarvo oli 61 km/h. Lähes kaksi kolmasosaa kuljettajista ajoi ylinopeutta ja suurin havaittu nopeus oli 79 km/h.

Poikkileikkauksessa, jossa oli 30 km/h-rajoitusmerkki, kaikki paitsi hitaaseen jonoon joutunut kuljettaja ajoivat aamulla ylinopeutta. Ylinopeutta ajaneiden nopeuksien keskiarvo oli 54 km/h ja suurimmat nopeudet olivat hieman yli 60 km/h. Kaikkien kuljettajien nopeuksien keskiarvo oli 52 km/h. Sulkuaidan kohdalla nopeudet olivat selvästi laskeneet ja keskimäärin ajettiin nopeudella 33 km/h, suurin havaittu nopeus oli 47 km/h. Sulkuaidan jälkeen nopeudet alkoivat 30 km/h-rajoituksesta huolimatta taas nousta ja vastakkaisen ajosuunnan sulkuaidan kohdalla ajettiin jo keskimäärin nopeudella 47 km/h. Suurin havaittu nopeus oli 54 km/h. Työmaan jälkeen tulevan 80 km/h-rajoitusmerkin kohdalla ajettiin keskimäärin nopeudella 62 km/h (hidas kuorma-auto ei mukana) ja puoli kilometriä myöhemmin nopeudella 74 km/h.

*Taulukko 23. Ajoanalysaattoriauton nopeustiedot siltatyömaan aikana Espoossa kehä III:lla länteen, eli Kirkkonummen suuntaan aamulla 30.10.2007 sekä illalla 31.10.2006.*

Poikkileikkaus	Etäisyys 50 km/h- merkistä (m)	Nopeus- rajoitus (km/h)	Nopeuksien keskiarvo (km/h)		Havaintojen lkm	
			Aamu	Ilta	Aamu	Ilta
500 m ennen 50 km/h-merkkiä	- 500	80	78,90	71,16	13	12
60 km/h alkaa	0	60	61,10	47,82	13	14
30 km/h alkaa	55	30	51,98	42,71	13	14
Oman ajosuunnan sulkuaita sillalla	156	30	32,66	29,38	13	14
Vastakkaisen ajosuunnan sulkuaita sillalla	247	30	46,57	44,34	13	14
80 km/h alkaa	328	80	61,65	60,24	12*	14
500 m 80 km/h- merkin jälkeen	828	80	73,68	72,62	13	14

\*Alimmainen käyrä (kuorma-auto) kuvasta x ei ole mukana nopeustiedoissa

Kirkkonummen suunnan iltamittauksissa yhden kerran seurattavana oli kuorma-auto ja yhden kerran perävaunullinen kuorma-auto. Työmaan jälkeen ne eivät kiihdyttäneet aivan yhtä nopeasti kuin kevyet ajoneuvot. Poikkileikkauksessa, jossa nopeusrajoitus vaihtuu 80 km/h:ssa, ero kevyiden ajoneuvojen nopeuksiin oli kuitenkin korkeintaan 3 km/h, joten raskaiden ajoneuvojen nopeudet on laskettu mukaan keskiarvoon. Kauempana nopeudet eivät enää eronneet muista seurattavista ajoneuvoista.

Illalla Kirkkonummen suunta oli ruuhkasuunta, mikä näkyy myös *kuvan 40* nopeustuloksissa. Ylimmät käyrät, joissa nopeus oli 500 m ennen työmaata olevassa poikkileikkauksessa lähellä 80 km/h:ssa (keskimäärin 81 km/h), ovat mittausajoista, jotka alkoivat klo 14.39–15.27 ja 17.04–17.15. Niiden välissä, klo 15.41–16.53 alkaneissa mittausajoissa tulosuunta oli ruuhkautunut ja nopeus oli samassa poikkileikkauksessa 52–71 km/h (keskimäärin 62 km/h). Kaikkien mittausajojen nopeuksien keskiarvo oli tässä poikkileikkauksessa 71 km/h.

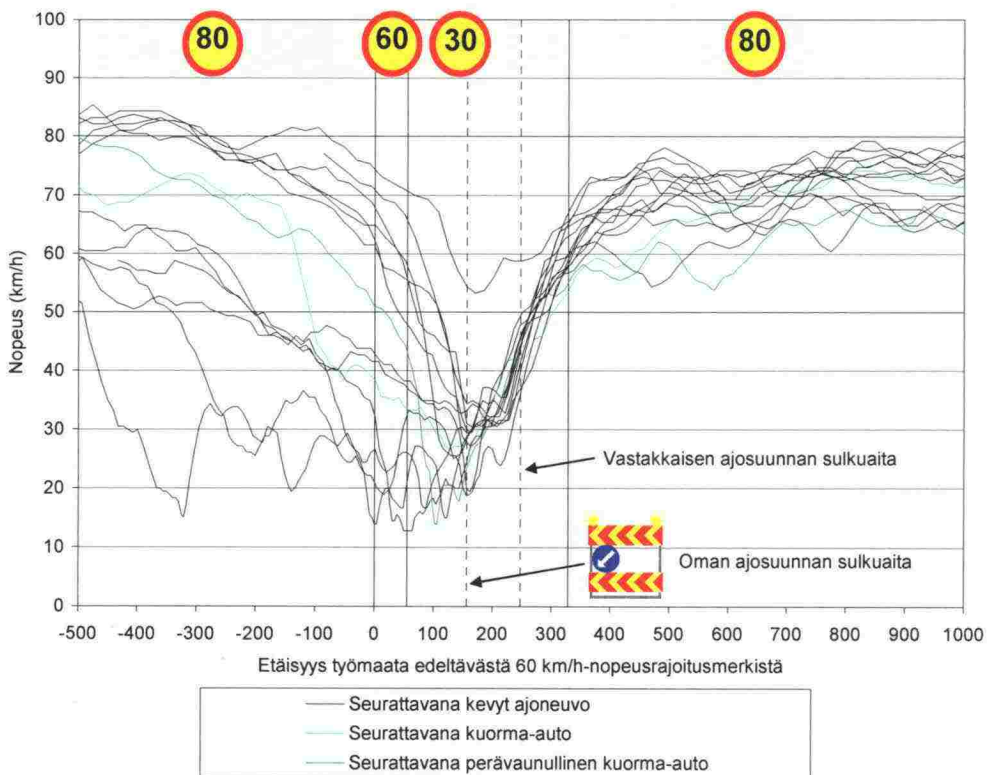
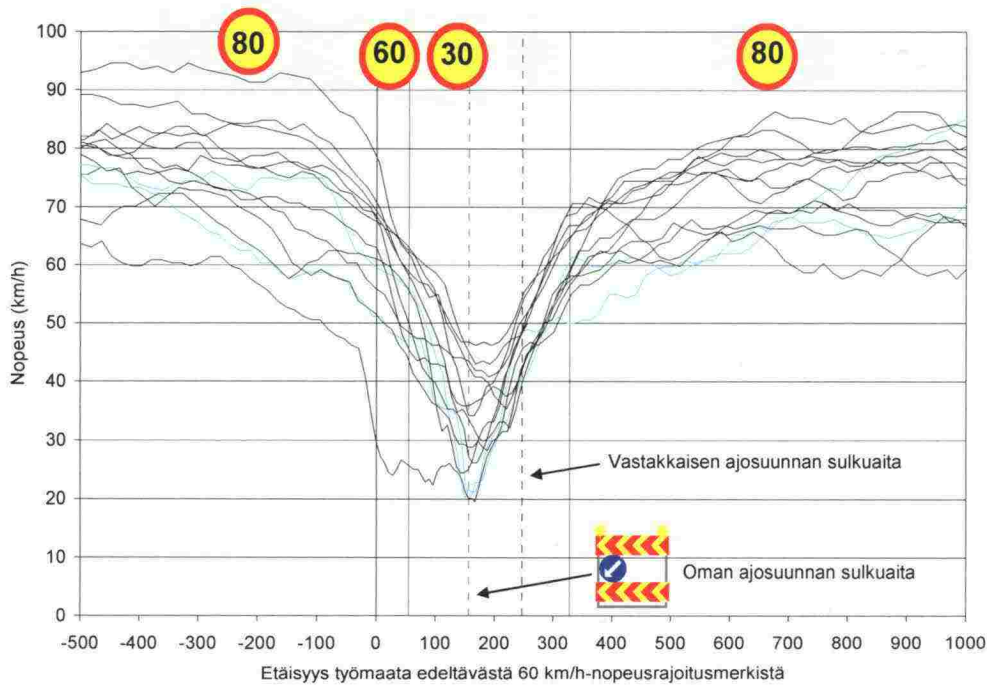
Työmaan alkamiskohdassa, jossa oli 60 km/h-nopeusrajoitusmerkki, seurattavien kuljettajien nopeudet vaihtelivat illalla suuresti. Alku- ja loppuillan mittausajoissa nopeudet olivat keskimäärin 65 km/h ja perävaunullisen kuorma-auton kuljettajaa lukuun ottamatta kaikki ylittivät sallitun 60 km/h-rajoituksen. Ruuhkaisimman ajan (klo 15.41–16.53) mittauksissa nopeudet olivat laskeneet työmaan alkamiskohtaan mennessä jo alle 45 km/h:ssa (keskimäärin 31 km/h). Kaikkien mittausajojen nopeuksien keskiarvo oli tässä poikkileikkauksessa 48 km/h.

Alku- ja loppuillan mittausajot eroavat ruuhkaisimman ajan mittausajoista vielä poikkileikkauksessa, jossa oli 30 km/h-nopeusrajoitusmerkki. Kaikki alku- ja loppuillan kuljettajat ajoivat selvää ylinopeutta. Keskimääräinen nopeus oli 57 km/h ja suurin havaittu 71 km/h. Ruuhkaisimman ajan kuljettajien nopeudet olivat samassa kohdassa 13–38 km/h, keskimäärin 29 km/h. Kaikkien mittausajojen nopeuksien keskiarvo oli tässä poikkileikkauksessa 43 km/h.

Sulkuaidan kohdalla alku- ja loppuillan kuljettajien nopeudet olivat laskeneet samalle tasolle kuin ruuhkaisimman ajan kuljettajien nopeudet. Poikkeuksen muodosti kuitenkin yksi kuljettaja, jonka nopeus oli sillalla yli 50 km/h. Muissa mittausajoissa nopeus oli sulkuaidan kohdalla keskimäärin 27 km/h. Kaikkien ajojen keskiarvo oli 29 km/h. Sulkuaidan jälkeen nopeudet alkoivat nousta ja vastakkaisen ajosuunnan sulkuaidan kohdalla ajettiin keskimäärin nopeudella 44 km/h. Poikkileikkauksessa, jossa oli 80 km/h-nopeusrajoitusmerkki, ajettiin keskimäärin nopeudella 60 km/h ja 500 m kauempana nopeudella 73 km/h.

Kirkkonummen suuntaan keskimääräinen nopeus oli kaikissa poikkileikkauksissa suurempi aamulla kuin illalla, ero oli 1–13 km/h. Ero oli suurin poikkileikkauksessa, jossa työmaa alkoi ja jossa oli 60 km/h-nopeusrajoitusmerkki.





Kuva 40.

Analysaattoriauton nopeus ajettaessa Espoossa kehä III:lla siltatyömaan aikana liikennevirran mukana länteen, eli Kirkkonummen suuntaan, aamulla 30.10.2006 (ylempi kuva) sekä illalla 31.10.2006 (alempi kuva).



## 5 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Tässä työssä on kenttämittausten avulla pyritty selvittämään kahden eri sillankorjaustyömaan vaikutuksia tien välityskykyyn ja ajoneuvojen nopeuksiin. Tutkitut sillankorjaustyömaat sijaitsivat Nurmijärvellä maantiellä 132 lähellä Klaukkalaa ja Espoossa Kehä III:lla lähellä Kauklahtea. Kummassakin kohteessa mitattiin liikennemääriä ja ajoneuvojen pistenopeuksia työmaan kohdalla. Lisäksi koko työmaa-alueen nopeusprofiilin selvittämiseksi tehtiin nopeusmittauksia analysaattoriautolla virran mukana ajaen. Kenttämittaukset tehtiin syksyllä 2006. Molemmissa kohteissa tehtiin useita mittauksia työmaan aikana sekä aamu- että iltaruuhkassa, Nurmijärvellä mittaukset toistettiin myös töiden valmistuttua.

Molemmissa kohteissa teiden poikkileikkaus vastaa normaalisti suunnilleen poikkileikkausta 10,5/7,5. Siltatyömaan aikana molemmissa kohteissa kaistaleveys oli mittauskohdassa vain noin 3,4 metriä. Nurmijärvellä ajosuuntien välillä oli noin 3,8 metriä leveä keskikaista, jolla tehtiin välillä töitä. Espoossa sitä vastoin ajosuuntia ei ollut erotettu toisistaan, vaan niiden välillä oli vain normaali kaistaviiva, itse työmaa sijaitsi Helsingin suunnan kaistan puoleisella sivulla ja oli erotettu ajoradasta betonikaiteella. Molemmissa kohteissa työmaa eli koko ajan mittausten aikana, joten samanakin mittauspäivänä eri kellonaikaan työmaan tilanne saattoi olla hieman erilainen.

Nurmijärvellä tutkitun tienkohdan normaali nopeusrajoitus oli 60 km/h ja Espoossa 80 km/h. Molemmissa kohteissa nopeusrajoitusta alennettiin asteittain siten, että työmaan kohdalla nopeusrajoituksena oli 30 km/h. Työmaan kohdalla oli myös voimassa ohituskielto.

Tutkimukset osoittivat, että Nurmijärvellä siltatyömaan läpi ajoi ruuhkasuunnassa maksimissaan noin 1 168–1 376 hay/h/kaista mittauspäivästä ja ajan kohdasta riippuen. Aamuruuhkassa maksimiliikennemäärät liikkui välillä 1 300–1 376 hay/h ja iltaruuhkassa välillä 1 168–1 320 hay/h. Espoossa puolestaan ruuhkasuuntaan ajoi maksimissaan 1 208–1 376 hay/h/kaista. Aamuruuhkassa maksimiliikennemäärä vaihteli välillä 1 208–1 296 hay/h ja iltaruuhkassa välillä 1 296–1 376 hay/h. Espoossa Helsinkiin päin menevällä kaistalla havaitut liikennemäärät olivat hieman alhaisempia kuin vastakkaisella suunnalla. Tähän voi olla syynä se, että varsinainen siltatyömaa oli juuri Helsingin suunnan puolella ja ajoradan kavennukset ym. järjestelyt vaikuttivat enemmän juuri tähän suuntaan. Kenttämittausten aikana Espoossa havaittiin myös, että varsinkin Helsingin suuntaan ajettaessa suuret kuorma-autot ja yhdistelmät hidastivat työmaasillalle tultaessa voimakkaasti ja väistivät vastaantulevaa liikennettä, jolloin jono pysähtyi lähes kokonaan. Kaistaleveys työmaan kohdalla oli siis niin kapea, etteivät raskaat ajoneuvot uskaltaneet sivuuttaa toisia ajoneuvoja nopeusrajoituksen mukaan ajaen. Nurmijärvellä ei vastaavaa havaittu, mutta siellä ajosuuntien välissä oli keskikaista ja raskasta liikennettä muutenkin paljon vähemmän.

Nurmijärvellä liikennevirtaa tutkittiin myös siltatyömaan valmistuttua. Jälkeenmittauksissa ruuhkasuunnan maksimiliikennemäärät sillan kohdalla olivat jonkin verran suurempia kuin työmaan aikana eli 1 296–1 656 hay/h. Aamuruuhkassa maksimiliikennemäärä vaihteli välillä 1 540–1 656 hay/h ja iltaruuhkassa välillä 1 296–1 472 hay/h.

Siltatyömaan aikana nopeusrajoitus oli siis molemmissa kohteissa 30 km/h. Pistenopeusmittauksissa havaittiin, että Nurmijärvellä kaikkien ajoneuvojen keskinopeudet jäivät selvästi alle nopeusrajoituksen. Keskinopeudet (kaikki ajoneuvot yhteensä) vaihtelivat aamuruuhkassa välillä 22–27 km/h, illalla välillä 25–28 km/h. Raskaat ajoneuvot ajoivat selvästi alhaisemmilla nopeuksilla kuin kevyet ajoneuvot. Espoossa puolestaan keskinopeudet (kaikki ajoneuvot yhteensä) vaihtelivat aamuruuhkassa välillä 31–36 km/h ja illalla välillä 31–37 km/h. Espoossa ajettiin keskimäärin suuremmilla nopeuksilla kuin Nurmijärvellä ja myös nopeusrajoitus ylitettiin selvästi useammin kuin Nurmijärvellä. Ero kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen välillä ei ollut niin selkeä kuin Nurmijärvellä, joskin raskaat ajoneuvot ajoivat hieman alhaisimmilla nopeuksilla kuin kevyet, varsinkin aamulla Helsingin suuntaan.

Nurmijärvellä pistenopeuksia mitattiin myös siltatyömaan valmistuttua, kun nopeusrajoitus oli 60 km/h. Nopeudet olivat selvästi korkeampia kuin työmaan aikana (rajoitus 30 km/h). Keskinopeudet (kaikki ajoneuvot yhteensä) vaihtelivat aamulla ruuhkasuunnassa välillä 58–65 km/h ja illalla välillä 57–63 km/h. Kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen keskinopeuksissa ei ollut merkitseviä eroja.

Analysaattoriautolla tehtyjen mittausajojen avulla tarkasteltiin nopeuksia alkaen noin 500 metriä ennen työmaata ja päättyen 500 metriä työmaan jälkeen. Mittausajojen aikana siltatyömaasta aiheutuva jono oli Nurmijärvellä ruuhkasuunnassa ajoittain noin 1 kilometrin mittainen. Espoon siltatyömaalla ei havaittu mittausten aikana yhtä pitkiä jonoja.

Mittausajojen perusteella keskinopeus oli Nurmijärvellä työmaata edeltäneen 50 km/h-nopeusrajoitusmerkin kohdalla ruuhkasuuntaan aamulla 33 km/h ja illalla 45 km/h. Nopeudet vaihtelivat ruuhkasuunnassa suuresti liikennetilanteesta riippuen, kaikkein ruuhkaisimpana aikana nopeudet olivat merkin kohdalla 10–20 km/h, hiljaisempaan aikana 45–70 km/h. Ruuhkasuuntaa vastaan ajettiin 50 km/h-merkin kohdalla selvästi ylinopeutta, keskinopeus oli aamulla 68 km/h ja illalla 61 km/h. Aamulla suurimmat nopeudet olivat yli 80 km/h.

Espoossa työmaata edeltäneen 60 km/h-nopeusrajoitusmerkin kohdalla ajettiin ruuhkasuuntaan aamulla keskimäärin nopeudella 49 km/h ja illalla 48 km/h. Myös Espoossa nopeudet vaihtelivat ruuhkasuunnassa liikennetilanteesta riippuen, suurimmat nopeudet (61–74 km/h) havaittiin hiljaisimpaan aikaan illalla. Ruuhkan vastakkaisessa ajosuunnassa keskinopeus oli 60 km/h-merkin kohdalla aamulla 61 km/h ja illalla 58 km/h. Keskinopeus oli siten lähellä rajoitusta, eikä yhtä suuria ylityksiä kuin Nurmijärvellä havaittu, suurimmatkin nopeudet olivat alle 80 km/h.

Espoossa 60 km/h-merkki oli melko lähellä sillalla olevaa sulkuaitaa (139 m / 156 m), kun taas Nurmijärvellä etäisyys 50 km/h-merkistä sulkuaitaan oli selvästi suurempi (247 m / 332 m). Tämä on saattanut vaikuttaa siihen, että ruuhkan vastakkaisessa ajosuunnassa keskinopeudet olivat nopeusrajoitusmerkin kohdalla Espoossa jopa hieman alhaisemmat kuin Nurmijärvellä, vaikka rajoitus oli korkeampi.



Työmaata edeltäneen 30 km/h-nopeusrajoitusmerkin kohdalla keskinopeus oli Nurmijärvellä ruuhkasuuntaan aamulla 31 km/h ja illalla 27 km/h. Espoossa vastaavat keskinopeudet olivat selvästi suuremmat: aamulla 46 km/h ja illalla 43 km/h. Ruuhkasuunnan nopeudet vaihtelivat molemmissa kohteissa myös 30 km/h-merkin kohdalla liikennetilanteesta riippuen. Nurmijärvellä ruuhka oli pahempi kuin Espoossa ja suurimmatkin nopeudet olivat merkin kohdalla alle 55 km/h. Espoossa suurimmat nopeudet olivat 55–71 km/h.

Ruuhkasuuntaa vastaan ajettaessa keskinopeudet olivat molemmissa kohteissa 30 km/h-merkin kohdalla pääasiassa melko korkeita (51–55 km/h). Poikkeuksen muodosti aamumittaus Nurmijärvellä Klaukkalan suuntaan, jolloin keskinopeus oli merkin kohdalla 37 km/h. Ero muihin mittauksiin johtui todennäköisesti lähinnä siitä, että mittausten aikana sillan keskialue asfaltoitiin ja sillalla oli työmiehiä ja -koneita. Varhain aamulla ennen päällystystöiden käynnistymistä ehdittiin tehdä kolme mittausajoa ja niissä nopeus olikin merkin kohdalla keskimääräistä korkeampi, 42–53 km/h. Siihen, että ruuhkasuuntaa vastaan tehty aamumittaus Nurmijärvellä erosi muista ruuhkasuuntaa vastaan tehdyistä mittauksista 30 km/h-merkin kohdalla, saattaa vaikuttaa jonkin verran myös se, että nopeusrajoitusmerkkien 50 km/h ja 30 km/h välimatka oli Nurmijärvellä Klaukkalan suuntaan ajettaessa pitkä (282 m) ja 30 km/h-merkki oli lähellä sulkuaitaa (50 m). Nurmijärvellä Helsingin suuntaan ja Espoossa molempiin ajosuuntiin nopeusrajoitusmerkkien väli oli lyhyempi, 47–81 m, ja etäisyys sulkuaitaan vastaavasti pitempi, 92–166 m.

Jos hitaassa jonossa ajamista ei oteta huomioon, mittausajojen perusteella molemmissa kohteissa nopeudet olivat työmaan aikana alhaisimmat tarkasteltavan ajosuunnan sulkuidan kohdalla. Nurmijärvellä keskinopeus oli sulkuidan kohdalla ruuhkasuuntaan aamulla 17 km/h ja illalla 21 km/h. Ruuhkasuuntaa vastaan ajavien keskinopeus oli hieman suurempi: aamulla 23 km/h ja illalla 26 km/h. Espoossa keskinopeus oli sulkuidan kohdalla ruuhkasuuntaan aamulla 26 km/h ja illalla 29 km/h, sekä ruuhkasuuntaa vastaan aamulla 33 km/h ja illalla 25 km/h. Myös sulkuidan kohdalla keskinopeus oli siten pääasiassa suurempi Espoossa kuin Nurmijärvellä.

Molemmissa tutkimuskohteissa nopeudet nousivat heti oman ajosuunnan sulkuidan jälkeen, vaikka 30 km/h-nopeusrajoitus oli vielä voimassa. Vastakkaisen ajosuunnan sulkuidan kohdalla keskinopeus oli kohteesta, ajosuunnasta ja ajankohdasta riippuvaisesti 27–47 km/h, eli 7–16 km/h suurempi kuin oman ajosuunnan sulkuidan kohdalla. Sulkuaitojen välimatka oli Nurmijärvellä 53 m ja Espoossa 91 m.

Nurmijärvellä Helsingin suuntaan ajettaessa nopeusrajoitus palautui normaaliksi noin 180 m vastakkaisen ajosuunnan sulkuidan jälkeen (kiinteä 60 km/h-merkki Metsäkylän liittymän jälkeen) ja keskinopeus oli merkin kohdalla aamuruuhkassa 58 km/h ja illalla ruuhkaa vastaan ajettaessa 66 km/h. Klaukkalan suuntaan 60 km/h-nopeusrajoitusmerkki oli sijoitettu betoniporsaseen 41 m vastakkaisen ajosuunnan sulkuidan jälkeen ja keskinopeus oli merkin kohdalla aamulla ruuhkaa vastaan 41 km/h ja iltaruuhkassa 43 km/h. Espoossa 80 km/h-nopeusrajoitusmerkki oli sijoitettu Helsingin suuntaan ajettaessa 69 metriä ja Kirkkonummen suuntaan ajettaessa 81 metriä vastakkaisen ajosuunnan sulkuidan jälkeen ja keskinopeudet olivat merkin kohdalla 51–62 km/h. Kuljettajat eivät siten malttaneet ajaa sallittua 30 km/h nopeutta rajoitusalueen loppuun asti.



Nurmijärvellä työmaan valmistumisen jälkeen tehtyjen mittausajojen aikana tutkimuskohde ei ruuhkautunut. Keskinopeudet olivat 57–71 km/h niissä poikkileikkauksissa, jotka olivat olleet työmaan vaikutusalueella.

Nopeuserot kohteiden välillä johtunevat pääasiassa siltatyömaiden ja niiden liikennejärjestelyjen erilaisuudesta. Esimerkiksi Nurmijärvellä työmaasillalla päälysteessä oli selvät kynnykset, kun taas Espoossa kynnykset oli jyrsitty pois. Eroa nopeustasossa voi osaltaan selittää myös se, että tutkitut kohteet ovat liikenteen luonteen osalta erilaisia. Nurmijärvellä tie on luokaltaan maantie ja se toimii lähinnä taajaman sisäänajoväylänä. Kohteen välittömässä läheisyydessä on sivutie- ja maankäyttöliittymiä ja myös Klaukkalan taajama liikennevaloineen on lähellä. Tien normaali nopeusrajoitus on 60 km/h. Espoossa puolestaan Kehä III on luokaltaan kantatie ja se välittää seudullisen työmatkaliikenteen lisäksi myös pitkämatkaista liikennettä. Tien normaali nopeusrajoitus on 80 km/h.

Molemmat siltatyömaat muodostivat selvästi paikallisen pullonkaulan, jossa välityskyky oli alhaisempi kuin sillalla normaaliolosuhteissa. Ruuhkahuippujen aikana siltatyömaat keräsivät ruuhkasuunnalle ajoittain pitkän hitaasti etenevän jonon. Täyttä varmuutta työmaiden aiheuttamien pullonkaulojen välityskyvystä ei kuitenkaan voida näiden tulosten perusteella saada. Nurmijärvellä esimerkiksi sivuteiltä/sivuteille kääntyvät ajoneuvot ovat saattaneet häiritä liikennevirtaa sillalla. Myöskään liikenteen kysyntä ei ole välttämättä ylittänyt pullonkaulan välityskykyä kaikkina tutkimuspäivinä. On myös muistettava, että työmaan töiden edetessä välityskyky myös koko ajan hieman vaihteli. Karkeasti voidaan kuitenkin arvioida, että vastaavanlaisilla sillankorjaustyömailla välityskyky on 1 300–1 400 hay/h.

Nurmijärvellä työmaan valmistuttua havaittu suurin liikennemäärä 1 656 hay/h (aamu 21.11.2006) oli hyvin lähellä Suomessa käytettävän laskentamenetelmän mukaista kaksikaistaisen tien vilkkaamman suunnan välityskykyä 1 700 ajon/h. Kyseisenä päivänä ei tehty nopeusmittauksia, mutta liikennelaskentaa varten taltioidulta videonauhasta ei silmämääräisesti havaittu nopeustason merkittävää alenemista lyhytaikaisia häiriöitä lukuun ottamatta. Myös nopeusmittauspäivinä nopeustaso pysyi korkeana vilkkaimpienkin mitausjaksojen aikana. Tuloksista voidaan siis päätellä, että ruuhkasuunnan välityskyky ei työmaan valmistuttua tehdyissä mittauksissa ylittynyt.

Nyt esitetyt tutkimustulokset perustuvat melko suppeaan mittausaineistoon. Välityskykyarvojen yleistettävyyden varmistamiseksi tulisi tehdä lisämittauksia. Olisi myös hyödyllistä tarkastella erityyppisiä sillankorjaustyömaita, jotta erilaisten työmaajärjestelyjen vaikutuksia välityskykyyn ja nopeuksiin voitaisiin paremmin arvioida.

## 6 LÄHTEET

Luttinen R. T., Pursula M., Innamaa S. (2005). Liikennevirran ominaisuudet. Teknillinen korkeakoulu, Liikennetekniikka, Opetusmoniste 15. Espoo. 348 s.

Tielaitos (2000). Tietyömaiden liikennehaittojen arviointi. Tielaitoksen strateginen projekti S 12 Pääteiden parantamisratkaisut. Tielaitoksen selvityksiä 14/2000. Helsinki. 62 s + liitt.

## 7 LIITTEET

1. Liikennemäärät ajoneuvoryhmittäin Nurmijärven siltatyömaalla.
2. Liikennemäärät ajoneuvoryhmittäin Espoon siltatyömaalla.
3. Keskinopeudet ja nopeusjakaumat Nurmijärven siltatyömaalla.
4. Keskinopeudet ja nopeusjakaumat Espoon siltatyömaalla.



## LIITE 1. LIIKENNEMÄÄRÄT AJONEUVORYHMITTÄIN NURMIJÄRVEN SILTATYÖMAALLA

Taulukko 24. Liikennemäärät Nurmijärven siltatyömaalla 8.9.2006 aamulla.

Kello	Helsinkiin			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
6.45	288	18	306	1296
7.00	290	19	309	1312
7.15	311	12	323	1340
7.30	327	8	335	1372
7.45	279	14	293	1228
8.00	292	10	302	1248
8.15	211	9	220	916
8.30	188	10	198	832

Taulukko 25. Liikennemäärät Nurmijärven siltatyömaalla 8.9.2006 iltapäivällä.

Kello	Klaukkalaan			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
15.00	252	10	262	1088
15.15	249	11	260	1084
15.30	272	10	282	1168
15.45	257	11	268	1116
16.00	271	9	280	1156
16.15	257	14	271	1140
16.30	273	7	280	1148
16.45	251	12	263	1100
17.00	273	8	281	1156
17.15	249	12	261	1092
17.30	249	8	257	1060
17.45	219	12	231	972

Taulukko 26. Liikennemäärät Nurmijärven siltatyömaalla 13.9.2006 aamulla.

Kello	Helsinkiin			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
6.45	264	20	284	1216
7.00	278	20	298	1272
7.15	300	5	305	1240
7.30	311	7	318	1300
7.45	284	7	291	1192
8.00	299	4	303	1228
8.15	287	10	297	1228
8.30	237	21	258	1116
8.45	155	10	165	700
9.00	115	14	129	572

Taulukko 27. Liikennemäärät Nurmijärven siltatyömaalla 13.9.2006 iltapäivällä, tutkimittaus.

Kello	Klaukkalaan			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
15.00	220	16	236	1008
15.15	281	10	291	1204
15.45	291	8	299	1228
16.15	314	8	322	1320
16.30	304	10	314	1296
17.00	283	12	295	1228
17.15	253	12	265	1108

Taulukko 28. Liikennemäärät Nurmijärven siltatyömaalla 14.9.2006, tutkimittaus.

Kello	Helsinkiin			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
7.00	320	12	332	1376
7.30	304	7	311	1272
7.45	290	8	298	1224
8.00	275	15	290	1220
8.30	172	18	190	832
8.45	134	17	151	672
9.15	125	7	132	556

Taulukko 29. Liikennemäärät Nurmijärven siltatyömaalla 15.9.2006, tutkimittaus.

Kello	Klaukkalaan			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
12.45	122	13	135	592
13.00	129	11	140	604
13.30	149	8	157	660
13.45	144	12	156	672
Kello	Helsinkiin			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
12.45	98	9	107	464
13.00	102	8	110	472
13.30	120	15	135	600
13.45	132	9	141	600

Taulukko 30. Liikennemäärät Nurmijärven siltatyömaalla 18.10.2006, tutkimittaus.

Kello	Klaukkalaan			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
15.30	294	19	313	1328
15.45	317	9	326	1340
16.00	330	15	345	1440
16.15	343	5	348	1412
16.30	342	13	355	1472
17.00	268	8	276	1136
17.15	248	8	256	1056
17.30	257	9	266	1100
17.45	225	8	233	964

Taulukko 31. Liikennemäärät Nurmijärven siltatyömaalla 19.10.2006, tutkimittaus.

Kello	Helsinkiin			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
6.45	280	18	298	1264
7.00	306	15	321	1344
7.15	361	14	375	1556
7.30	342	11	353	1456
8.00	315	11	326	1348
8.15	243	10	253	1052
8.30	191	17	208	900
8.45	162	12	174	744



Taulukko 32. Liikennemäärät Nurmijärven siltatyömaalla 26.10.2006.

Kello	Klaukkalaan			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
15.00	225	13	238	1004
15.15	248	20	268	1152
15.30	247	10	257	1068
15.45	294	12	306	1272
16.00	292	12	304	1264
16.15	298	13	311	1296
16.30	296	14	310	1296
16.45	273	14	287	1204
17.00	258	8	266	1096
17.15	211	7	218	900

Taulukko 33. Liikennemäärät Nurmijärven siltatyömaalla 30.10.2006.

Kello	Helsinkiin			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
6.30	293	13	306	1276
6.45	309	16	325	1364
7.00	335	20	355	1500
7.15	357	14	371	1540
7.30	294	11	305	1264
7.45	251	13	264	1108
8.00	280	16	296	1248
8.15	266	9	275	1136
8.30	205	9	214	892

Taulukko 34. Liikennemäärät Nurmijärven siltatyömaalla 21.11.2006 aamulla.

Kello	Helsinkiin			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
6.30	281	23	304	1308
6.45	299	14	313	1308
7.00	352	12	364	1504
7.15	384	15	399	1656
7.30	375	11	386	1588
7.45	324	11	335	1384
8.00	281	11	292	1212
8.15	224	16	240	1024
8.30	161	16	177	772
8.45	151	13	164	708
9.00	124	4	128	528

Taulukko 35. Liikennemäärät Nurmijärven siltatyömaalla 21.11.2006 iltapäivällä.

Kello	Klaukkalaan			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
14.45	188	21	209	920
15.00	181	12	193	820
15.15	254	11	265	1104
15.30	282	10	292	1208
15.45	321	14	335	1396
16.00	345	11	356	1468
16.15	338	8	346	1416
16.30	329	11	340	1404

Taulukko 36. Liikennemäärät Nurmijärven siltatyömaalla 28.11.2006.

Kello	Klaukkalaan			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
14.30	144	15	159	696
14.45	156	13	169	728
15.00	235	7	242	996
15.15	305	14	319	1332
15.30	270	14	284	1192
15.45	294	9	303	1248
16.00	291	8	299	1228
16.15	305	7	312	1276
16.30	284	5	289	1176
16.45	285	8	293	1204
17.00	286	10	296	1224
17.15	284	6	290	1184

## LIITE 2. LIIKENNEMÄÄRÄT AJONEUVORYHMITÄIN ESPOON SILTATYÖMAALLA

Taulukko 37. Liikennemäärät Espoon siltatyömaalla 8.9.2006.

Kello	Kirkkonummelle			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
15.00	215	16	231	988
15.15	233	16	249	1060
15.30	211	11	222	932
15.45	250	14	264	1112
16.00	312	16	328	1376
16.15	297	13	310	1292
16.30	269	20	289	1236
16.45	278	15	293	1232
17.00	267	18	285	1212
17.15	225	19	244	1052
17.30	226	12	238	1000
17.45	229	19	248	1068

Taulukko 38. Liikennemäärät Espoon siltatyömaalla 23.10.2006.

Kello	Helsinkiin			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
7.15	285	9	294	1212
7.30	271	22	293	1260
7.45	262	21	283	1216
8.00	244	28	272	1200
8.15	226	21	247	1072
8.30	192	37	229	1064
8.45	133	25	158	732

Taulukko 39. Liikennemäärät Espoon siltatyömaalla 30.10.2006 aamulla.

Kello	Helsinkiin			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
6.45	202	12	214	904
7.00	250	11	261	1088
7.15	266	18	284	1208
7.30	190	14	204	872
7.45	182	20	202	888
8.00	172	20	192	848
8.15	165	25	190	860
8.30	185	20	205	900
8.45	165	19	184	812
9.00	142	52	194	984



Taulukko 40. Liikennemäärät Espoon siltatyömaalla 30.10.2006 iltapäivällä, tutkimittaus.

Kello	Kirkkonummelle			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
14.45	130	29	159	752
15.00	129	26	155	724
15.15	215	19	234	1012
15.30	249	18	267	1140
15.45	255	20	275	1180
16.00	263	11	274	1140
16.15	305	16	321	1348
16.30	303	9	312	1284
16.45	287	11	298	1236

Taulukko 41. Liikennemäärät Espoon siltatyömaalla 31.10.2006, tutkimittaus.

Kello	Helsinkiin			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
7.00	260	12	272	1136
7.15	290	17	307	1296
7.30	291	14	305	1276
7.45	244	24	268	1168
8.00	242	22	264	1144
8.15	225	17	242	1036
8.30	165	27	192	876
8.45	171	21	192	852
9.00	153	29	182	844

Taulukko 42. Liikennemäärät Espoon siltatyömaalla 3.11.2006.

Kello	Kirkkonummelle			
	Kevyt	Raskas	Yhteensä	Yhteensä
	(ajon/ 15 min)			(hay/h)
15.15	220	22	242	1056
15.30	246	24	270	1176
15.45	277	17	294	1244
16.00	262	20	282	1208
16.15	261	19	280	1196
16.30	294	15	309	1296
16.45	276	12	288	1200
17.00	253	18	271	1156
17.15	187	15	202	868
17.30	193	13	206	876
17.45	171	12	183	780
18.00	156	11	167	712

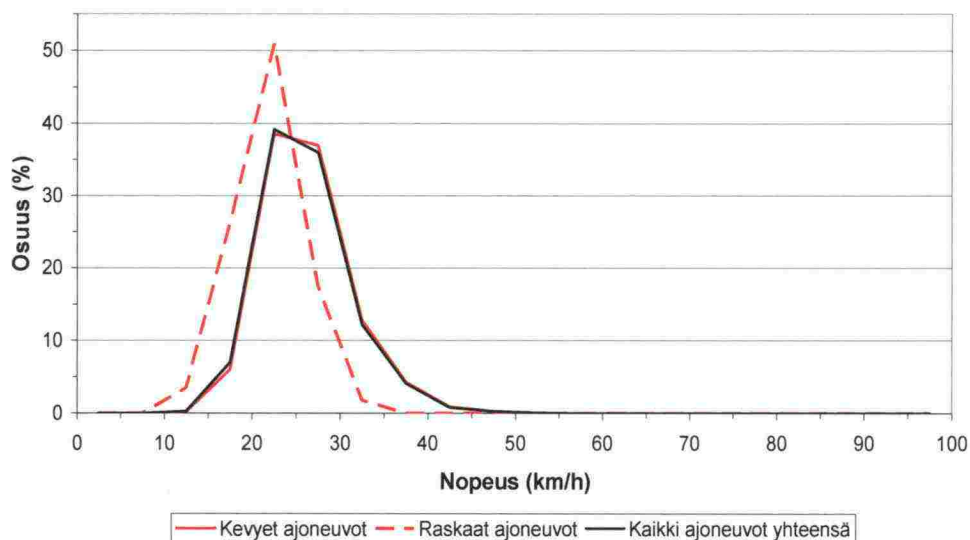
**LIITE 3. KESKINOPEUDET JA NOPEUSJAKAUMAT  
NURMIJÄRVEN SILTATYÖMAALLA**

Taulukko 43. Nopeuksien tunnusluvut Nurmijärven siltatyömaalla 13.9.2006, kaikki ajoneuvot yhteensä.

Kello	Klaukkalaan			
	Keskinopeus (km/h)	Keskihajonta (km/h)	Keskinopeuden 95 %:n lv	Liikennemäärä (hay/h)
15.00	26,20	5,49	24,57–27,83	1008
15.15	27,61	5,12	26,77–28,45	1204
15.45	27,62	5,60	26,84–28,41	1228
16.15	27,19	4,71	26,53–27,85	1320
16.30	25,90	4,01	25,37–26,42	1296
17.00	26,04	4,47	25,44–26,64	1228
17.15	25,09	4,90	24,33–25,82	1108

Taulukko 44. Nopeuksien tunnusluvut Nurmijärven siltatyömaalla 13.9.2006, kevyet ja raskaat ajoneuvot.

Kello	Klaukkalaan					
	Keskinopeus (km/h)		Keskihajonta (km/h)		Keskinopeuden 95 %:n lv	
	Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat
15.00	29,92	23,60	5,68	3,92	24,99–28,84	20,80–26,41
15.15	27,68	21,83	5,02	4,12	27,02–28,70	17,51–26,16
15.45	27,78	22,00	5,58	3,46	26,98–28,57	17,70–26,30
16.15	27,35	24,20	4,64	5,18	26,68–28,57	20,49–27,91
16.30	26,03	22,38	3,99	2,72	25,49–26,56	20,10–24,65
17.00	26,18	22,89	4,42	4,88	25,57–26,78	19,13–26,64
17.15	25,33	21,00	4,87	3,39	24,56–26,11	18,39–23,61

Nurmijärven siltatyömaa  
Nopeusjakaumat 13.9.2006 illalla ruuhkasuunnassa Klaukkalaan

Kuva 41. Nopeusjakaumat Nurmijärven siltatyömaalla 13.9.2006.

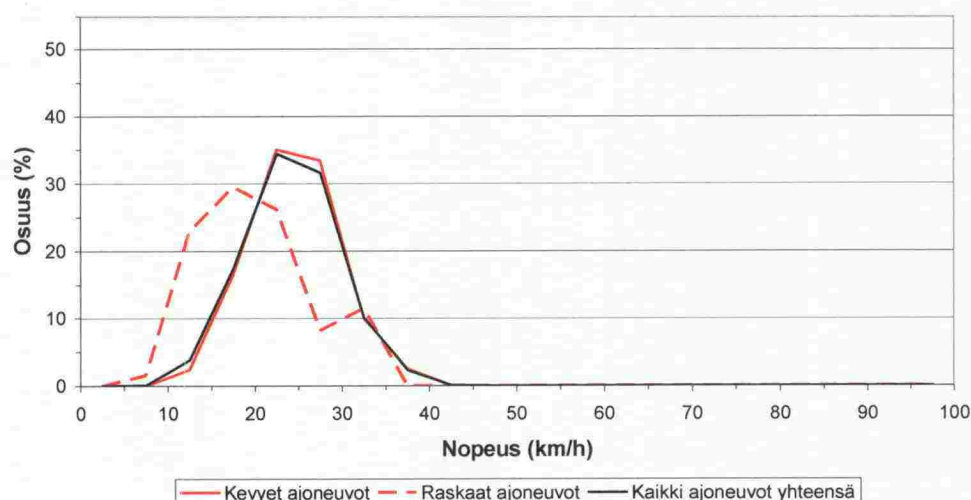
Taulukko 45. Nopeuksien tunnusluvut Nurmijärven siltatyömaalla 14.9.2006, kaikki ajoneuvot yhteensä.

Kello	Helsinkiin			
	Keskinopeus (km/h)	Keskihajonta (km/h)	Keskinopeuden 95 %:n lv	Liikennemäärä (hay/h)
7.00	27,01	5,64	26,09–28,05	1376
7.30	26,14	4,46	25,49–26,80	1272
7.45	24,54	4,45	23,90–25,19	1224
8.00	23,79	5,10	22,64–24,93	1220
8.30	22,37	5,27	21,34–23,40	832
8.45	22,59	5,17	21,53–23,66	672
9.15	24,76	5,19	23,71–25,80	556

Taulukko 46. Nopeuksien tunnusluvut Nurmijärven siltatyömaalla 14.9.2006, kevyet ja raskaat ajoneuvot.

Kello	Helsinkiin					
	Keskinopeus (km/h)		Keskihajonta (km/h)		Keskinopeuden 95 %:n lv	
	Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat
7.00	27,22	25,58	5,39	7,79	26,24–28,21	20,64–30,53
7.30	26,15	25,86	4,47	4,49	25,49–26,82	21,71–30,01
7.45	24,83	17,29	4,22	4,27	24,20–25,45	13,34–21,24
8.00	24,00	20,60	5,02	5,81	22,84–25,16	13,38–27,28
8.30	22,96	14,29	4,96	1,38	21,95–23,96	13,01–15,56
8.45	23,30	18,23	5,08	3,30	22,17–24,43	16,24–20,22
9.15	25,02	22,40	5,11	5,62	23,94–26,11	18,38–26,42

Nurmijärven siltatyömaa  
Nopeusjakaumat 14.9.2006 aamulla ruuhkasuunnassa Helsinkiin



Kuva 42. Nopeusjakaumat Nurmijärven siltatyömaalla 14.9.2006.

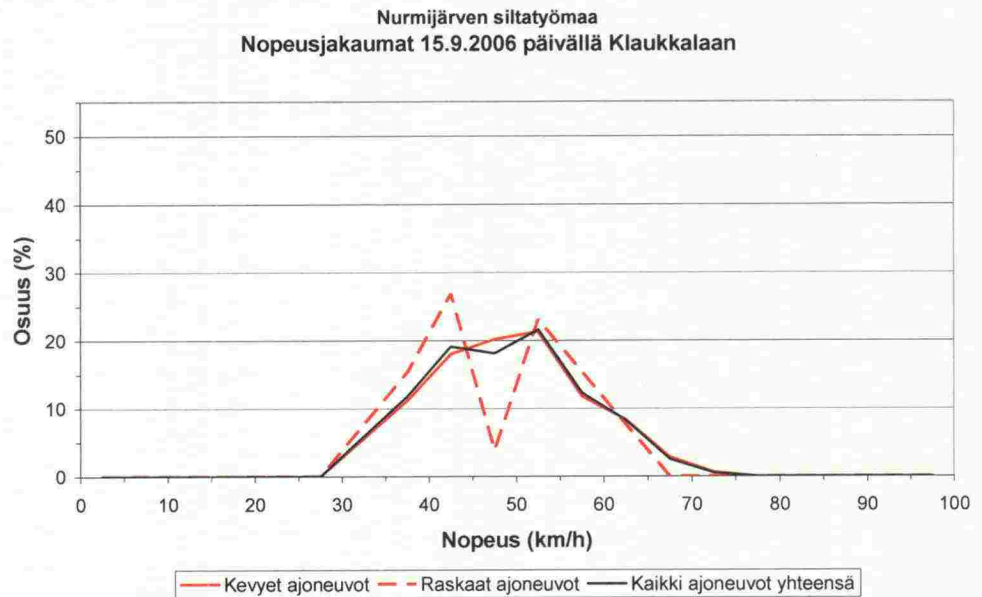


Taulukko 47. Nopeuksien tunnusluvut Nurmijärven siltatyömaalla 15.9.2006, kaikki ajoneuvot yhteensä.

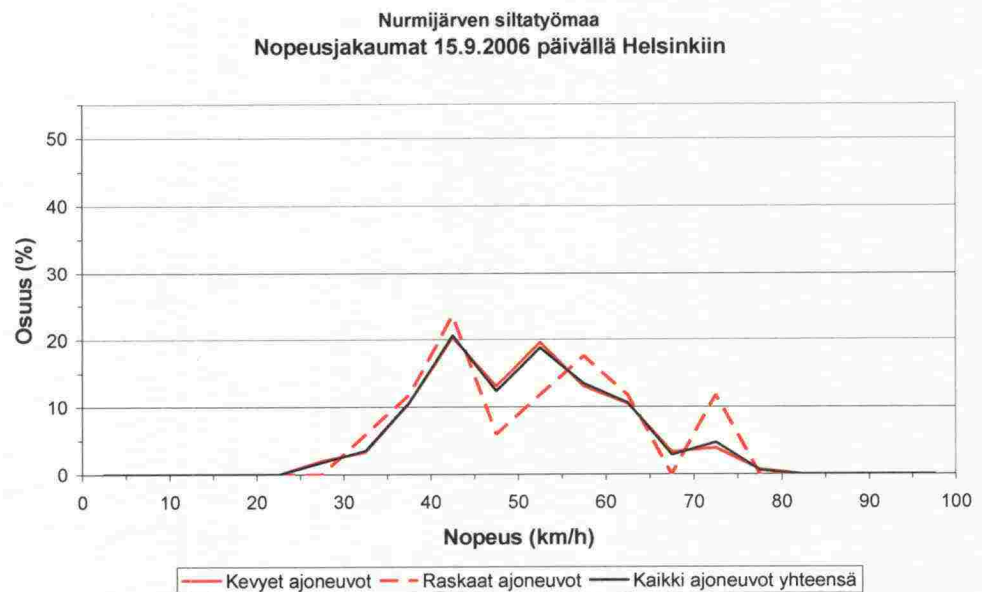
Kello	Klaukkalaan			
	Keskinopeus (km/h)	Keskihajonta (km/h)	Keskinopeuden 95 %:n lv	Liikennemäärä (hay/h)
12.45	50,22	8,01	48,22–52,22	592
13.00	47,27	8,04	45,18–49,37	604
13.30	50,09	10,00	47,01–53,17	660
13.45	49,63	8,97	46,68–52,58	672
Kello	Helsinkiin			
	Keskinopeus (km/h)	Keskihajonta (km/h)	Keskinopeuden 95 %:n lv	Liikennemäärä (hay/h)
12.45	46,22	6,99	43,46–48,99	464
13.00	46,50	10,46	42,60–50,41	472
13.30	54,46	12,01	51,05–57,87	520
13.45	52,24	9,37	49,88–54,60	600

Taulukko 48. Nopeuksien tunnusluvut Nurmijärven siltatyömaalla 15.9.2006, kevyet ja raskaat ajoneuvot.

Kello	Klaukkalaan					
	Keskinopeus (km/h)		Keskihajonta (km/h)		Keskinopeuden 95 %:n lv	
	Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat
12.45	50,16	50,63	8,14	7,52	47,98–52,34	-
13.00	47,28	47,22	7,75	10,01	45,08–49,48	39,53–54,92
13.30	50,77	43,50	9,97	8,81	47,54–54,00	29,48–57,52
13.45	49,82	48,40	9,33	6,77	46,51–53,13	40,00–56,80
Kello	Helsinkiin					
	Keskinopeus (km/h)		Keskihajonta (km/h)		Keskinopeuden 95 %:n lv	
	Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat
12.45	47,08	39,33	6,75	5,51	44,23–49,93	25,65–53,02
13.00	46,30	48,33	10,87	6,66	42,00–50,60	31,79–64,87
13.30	53,23	62,00	12,09	8,89	49,51–56,95	53,78–70,22
13.45	52,61	46,75	9,44	7,04	50,15–55,07	35,55–57,96



Kuva 43. Nopeusjakaumat Nurmijärven siltatyömaalla 15.9.2006, suunta Klaukkalaan.



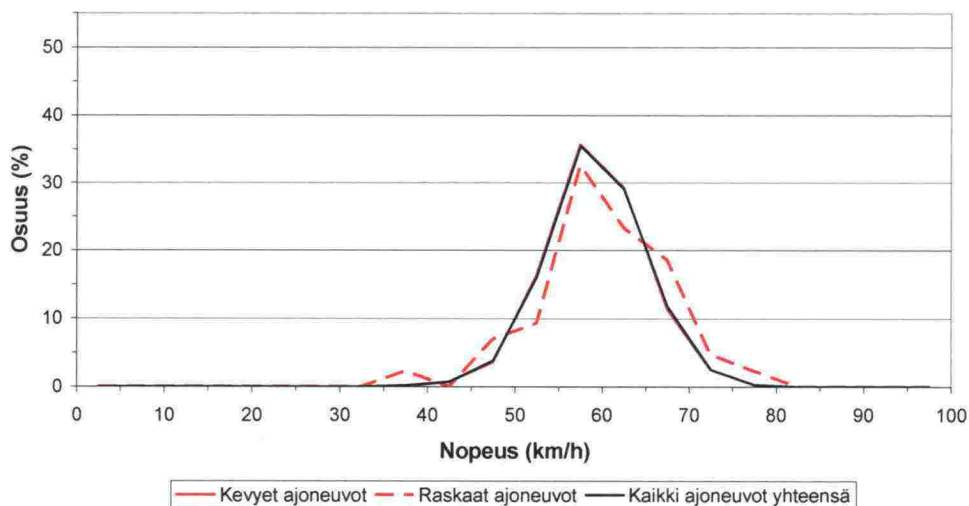
Kuva 44. Nopeusjakaumat Nurmijärven siltatyömaalla 15.9.2006, suunta Helsinkiin.

Taulukko 49. Nopeuksien tunnusluvut Nurmijärven siltatyömaalla 18.10.2006, kaikki ajoneuvot yhteensä.

Kello	Klaukkalaan			
	Keskinopeus (km/h)	Keskihajonta (km/h)	Keskinopeuden 95 %:n lv	Liikennemäärä (hay/h)
15.30	61,00	5,43	59,87–62,13	1328
15.45	59,46	5,34	58,59–60,33	1340
16.00	57,47	5,15	56,58–58,37	1440
16.15	58,64	5,97	57,58–59,70	1412
16.30	58,12	6,61	57,02–59,23	1472
17.00	59,18	4,65	58,35–60,00	1136
17.15	61,13	5,47	60,17–62,09	1056
17.30	62,51	5,32	61,63–63,38	1100
17.45	61,02	4,23	60,26–61,77	964

Taulukko 50. Nopeuksien tunnusluvut Nurmijärven siltatyömaalla 18.10.2006, kevyet ja raskaat ajoneuvot.

Kello	Klaukkalaan					
	Keskinopeus (km/h)		Keskihajonta (km/h)		Keskinopeuden 95 %:n lv	
	Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat
15.30	60,75	65,20	5,32	5,48	61,55–63,33	56,29–73,72
15.45	59,25	64,33	4,90	11,34	58,43–60,07	52,43–76,24
16.00	57,50	57,00	5,22	3,79	56,56–58,44	53,50–60,50
16.15	58,83	51,00	5,68	-	57,81–59,85	-
16.30	58,13	57,83	6,63	6,85	57,00–59,27	50,64–65,03
17.00	59,10	62,33	4,60	-	58,27–59,93	-
17.15	60,98	64,00	5,50	4,24	60,00–61,97	59,55–68,45
17.30	62,44	65,00	5,32	5,48	61,55–63,33	56,29–73,72
17.45	61,19	54,00	4,12	2,65	60,45–61,94	47,43–60,57

Nurmijärven siltatyömaa  
Nopeusjakaumat 18.10.2006 illalla ruuhkasuunnassa Klaukkalaan

Kuva 45. Nopeusjakaumat Nurmijärven siltatyömaalla 18.10.2006.



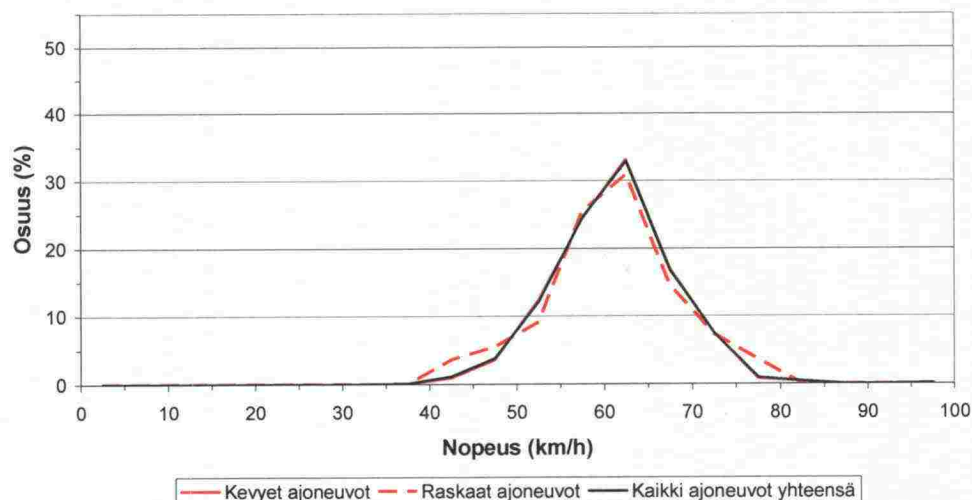
Taulukko 51. Nopeuksien tunnusluvut Nurmijärven siltatyömaalla 19.10.2006, kaikki ajoneuvot yhteensä.

Kello	Helsinkiin			
	Keskinopeus (km/h)	Keskihajonta (km/h)	Keskinopeuden 95 %:n lv	Liikennemäärä (hay/h)
6.45	59,73	5,88	58,30–61,17	1264
7.00	58,73	6,47	57,54–59,92	1344
7.15	58,33	4,98	57,40–59,25	1556
7.30	58,22	6,21	57,07–59,36	1456
8.00	63,41	5,00	62,54–64,27	1348
8.15	64,37	7,36	62,82–65,92	1052
8.30	65,37	6,15	64,04–66,70	900
8.45	64,96	5,94	63,52–66,39	744
9.00	65,13	6,21	63,58–66,68	-

Taulukko 52. Nopeuksien tunnusluvut Nurmijärven siltatyömaalla 19.10.2006, kevyet ja raskaat ajoneuvot.

Kello	Helsinkiin					
	Keskinopeus (km/h)		Keskihajonta (km/h)		Keskinopeuden 95 %:n lv	
	Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat
6.45	59,63	60,57	5,74	6,10	58,15–61,12	53,72–67,43
7.00	58,89	56,89	6,52	5,75	57,64–60,14	52,47–61,31
7.15	58,45	56,63	4,72	7,93	57,54–59,36	50,00–63,25
7.30	58,21	58,25	6,15	8,88	57,06–59,37	44,11–72,39
8.00	63,38	64,00	5,08	1,87	62,49–64,28	61,68–66,32
8.15	64,46	60,50	7,42	2,12	62,88–66,04	-
8.30	65,28	65,91	5,78	8,57	63,95–66,62	60,15–71,67
8.45	65,06	63,25	5,89	7,41	63,59–66,54	51,46–75,04
9.00	64,95	67,20	6,21	6,46	63,33–66,57	59,18–75,22

Nurmijärven siltatyömaa  
Nopeusjakaumat 19.10.2006 aamulla ruuhkasuunnassa Helsinkiin



Kuva 46. Nopeusjakaumat Nurmijärven siltatyömaalla 19.10.2006.

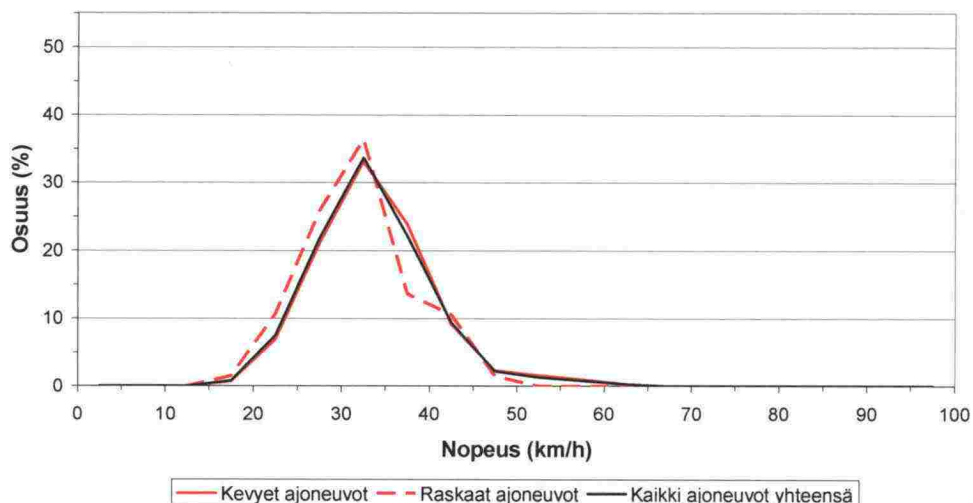
**LIITE 4. KESKINOPEUDET JA NOPEUSJAKAUMAT  
ESPOON SILTATYÖMAALLA**

Taulukko 53. Nopeuksien tunnusluvut Espoon siltatyömaalla 30.10.2006, kaikki ajoneuvot yhteensä.

Kello	Kirkkonummelle			
	Keskinopeus (km/h)	Keskihajonta (km/h)	Keskinopeuden 95 %:n lv	Liikennemäärä (hay/h)
14.45	36,32	7,66	33,77–38,88	752
15.00	36,23	9,11	33,56–38,91	724
15.15	33,20	6,23	31,45–34,95	1012
15.30	37,41	5,35	35,48–39,35	1140
15.45	32,55	5,49	30,79–34,31	1180
16.00	36,31	7,98	33,57–39,06	1140
16.15	31,39	4,37	30,06–32,71	1348
16.30	32,39	4,86	30,95–33,84	1284
16.45	32,03	5,87	30,12–33,93	1236

Taulukko 54. Nopeuksien tunnusluvut Espoon siltatyömaalla 30.10.2006, kevyet ja raskaat ajoneuvot.

Kello	Kirkkonummelle					
	Keskinopeus (km/h)		Keskihajonta (km/h)		Keskinopeuden 95 %:n lv	
	Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat
14.45	36,68	35,58	7,77	7,70	33,47–39,89	30,69–40,48
15.00	38,32	30,77	9,34	5,76	35,06–41,58	27,29–34,25
15.15	33,52	31,67	6,44	5,12	31,52–35,53	27,73–35,61
15.30	38,00	35,29	4,85	6,85	36,00–40,00	28,95–41,62
15.45	33,18	30,00	5,40	5,45	31,24–35,13	25,44–34,56
16.00	36,33	36,00	8,21	2,83	33,42–39,25	-
16.15	31,81	32,70	4,38	3,85	30,35–33,27	25,58–32,70
16.30	32,52	29,50	4,84	6,36	31,05–34,00	-
16.45	31,61	34,33	6,11	3,93	29,45–33,77	30,21–38,46

Espoon siltatyömaa  
Nopeusjakaumat 30.10.2006 illalla ruuhkasuunnassa Kirkkonummelle

Kuva 47. Nopeusjakaumat Espoon siltatyömaalla 30.10.2006.

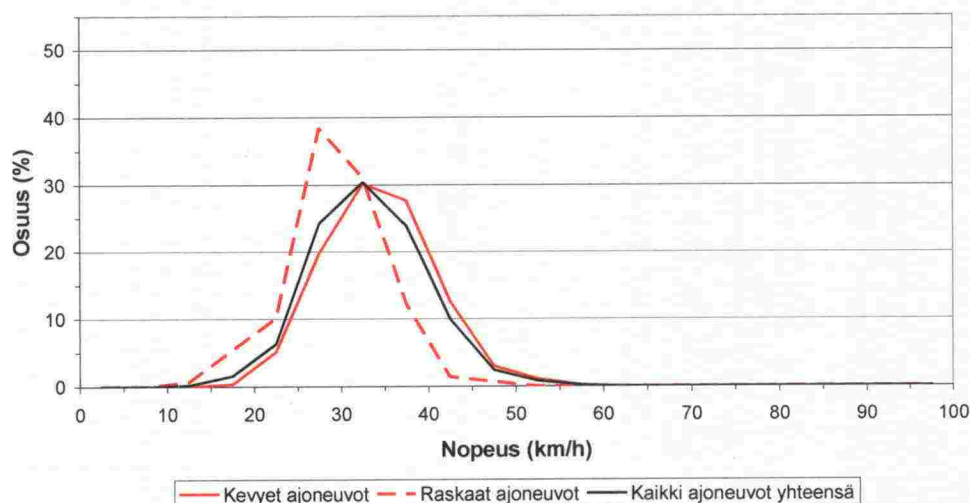
Taulukko 55. Nopeuksien tunnusluvut Espoon siltatyömaalla 31.10.2006, kaikki ajoneuvot yhteensä.

Kello	Helsinkiin			
	Keskinopeus (km/h)	Keskihajonta (km/h)	Keskinopeuden 95 %:n lv	Liikennemäärä (hay/h)
7.00	34,77	6,46	33,35–36,19	1136
7.15	35,84	6,46	34,18–37,49	1296
7.30	34,71	5,59	33,13–36,28	1276
7.45	32,56	4,78	31,31–33,81	1168
8.00	33,63	6,10	31,99–35,26	1144
8.15	31,46	6,54	29,69–33,22	1036
8.30	33,23	5,83	31,78–34,69	876
8.45	32,68	5,55	31,05–34,21	852
9.00	34,16	6,58	32,65–35,66	844
9.15	33,06	7,64	31,20–34,92	-

Taulukko 56. Nopeuksien tunnusluvut Espoon siltatyömaalla 31.10.2006, kevyet ja raskaat ajoneuvot.

Kello	Helsinkiin					
	Keskinopeus (km/h)		Keskihajonta (km/h)		Keskinopeuden 95 %:n lv	
	Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat
7.00	35,09	32,73	6,71	4,13	33,50–36,67	29,96–35,50
7.15	37,06	28,78	5,69	6,38	35,47–38,64	23,87–33,68
7.30	35,11	32,14	5,37	6,72	33,48–36,75	25,93–38,36
7.45	32,90	31,78	4,88	4,57	31,36–34,44	29,51–34,05
8.00	35,24	31,88	5,49	5,35	33,53–36,95	25,70–31,88
8.15	32,87	28,00	6,82	4,27	30,66–35,08	25,72–30,28
8.30	34,28	30,35	5,85	4,82	32,56–36,00	27,87–32,83
8.45	35,86	30,00	5,32	5,21	32,20–35,86	27,12–32,89
9.00	36,02	29,29	6,34	4,41	34,30–37,73	27,28–31,29
9.15	34,60	29,45	7,37	7,19	32,43–36,76	26,08–32,82

Esseen siltatyömaa  
Nopeusjakaumat 31.10.2006 aamulla ruuhkasuunnassa Helsinkiin



Kuva 48. Nopeusjakaumat Esseen siltatyömaalla 31.10.2006.



ISSN 1457-9871  
ISBN 978-951-803-918-4  
TIEH 3201061